

Das Zehenendorgan der rezenten Säugetiere : Krallen, Nagel, Huf

Autor(en): **Zietzschmann, Otto**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires**

Band (Jahr): **60 (1918)**

Heft 6

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-590365>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

SCHWEIZER ARCHIV FÜR TIERHEILKUNDE

Herausgegeben von der Gesellschaft Schweizer. Tierärzte

LX. Bd.

Juni 1918

6. Heft

Aus dem veterinär-anatomischen Institut der Universität Zürich.

Das Zehenendorgan der rezenten Säugetiere: Kralle, Nagel, Huf.

Eine vergleichende Studie von Otto Zietzschmann, Zürich.

Mit einer Tafel im Text.

Nach einem in der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft am 11. Februar
1918 gehaltenen Demonstrationsvortrage.

Die Zehenenden der Säugetiere sind mit spezifischen Organen ausgestattet, die durch hornigen Charakter hervorstechen und dem Phalangenende eine gewisse vermehrte Widerstandsfähigkeit verleihen. Ich erinnere an den Huf des Pferdes und seiner Verwandten bis zum Tapir und Rhinoceros, an die Klaue der vielgestaltigen Gruppe der Wiederkäuer und der schweineartigen Säugetiere, sowie an die Hufchen von Tieren, die den Ungulaten nahestehen, wie Elefant und Klippschliefer. — Ich erwähne die Kralle der Raubtiere, ein Organ, das sich unter den Säugern weit verbreitet findet: denn Kloaken- und Beuteltiere, Insektenfresser und Fledermäuse, die heterogene Ordnung der Zahnarmen, die Nagetiere, alle tragen auch sie an ihren Zehenspitzen Krallen. Und endlich erwähne ich die Nägel oder nagelartigen Bildungen der Affen und des Menschen.

Funktionell erweisen sich diese verschiedenartigen Hornbildungen auf den ersten Blick als Schutzorgan für die Extremitätenspitze oder auch als Waffe für Angriff oder Verteidigung oder endlich als spezifisches Grab-, Schab-,

Greif- oder Bohrinstrument. Sie erscheinen als Anpassungen an das Landleben dieser Tiere, denn auch die Vögel und Reptilien haben den Säugerkrallen vergleichbare Horndrüsen an ihren Zehenenden, wobei begreiflicherweise den Vögeln solche Organe an den zum Flugdienst umgewandelten Vordergliedmassen i. a. vollständig verloren gegangen sind. Dass die Vögel an den Flügeln aber einmal Krallen trugen, beweisen die ab und zu dort noch heute anzutreffenden Rudimente solcher Organe, und das bezeugt auch die Paläontologie: die krallenbesetzten Phalangen von *Archäopteryx* (dem Urvogel aus dem lithographischen Schiefer von Solenhofen) sind allgemein bekannt. Sogar die Amphibien lassen bereits Anklänge an Hornscheiden erkennen. Den wasserlebenden Fischen dagegen, deren Gliedmassen zu Ruderflossen ausgestaltet sind, mangelt aus leicht ersichtlichen Gründen ein den Krallen höherer Wirbeltiere homologes Organ.

Andererseits ist es nun interessant, zu verfolgen, wie die sekundär dem Wasserleben angepassten Säugetierformen gradatim ihre Krallen wieder zurückbilden, sobald sie wesentliche Funktionen am Lande nicht mehr ausüben haben. Beim Schnabeltiere z. B. finden wir noch ausserordentlich grosse Krallen. Das Tier benutzt aber eben seine Füße in ausgiebigster Masse zum Graben. Die Robben, die mehr nur gelegentlich ans Land gehen, zeigen bereits den ersten Grad der Rückbildung. Und den Wältieren und Seekühen endlich, die das nasse Element nicht verlassen können, sind zumeist alle Andeutungen von spezifischen Hornbildungen an den Phalangen verloren gegangen. Deren vordere Extremitäten sind blosse Ruderflossen geworden, die (eine Konvergenzerscheinung) in der Form den Fischflossen sich nähern, wohingegen die Beckengliedmassen äusserlich total verschwunden sind. Nur bei einer Form der Sirenen, bei *Manatus*, treten an den Flossenstrahlen — vorn — Krallenrudimente noch auf.

Dass endlich entgegen den Vögeln die fledermausartigen Flattersäuger an den zu „Flügeln“ umgewandelten Vordergliedmassen am ersten und bei einzelnen Formen auch am zweiten Strahl noch Krallen tragen, ist aus dem Gebrauch dieser Finger nach Art hakenförmiger Aufhängeapparate ohne weiteres zu erklären.

Alle diese Krallen und krallenartigen Bildungen von den Amphibien über die Reptilien und Vögel hinauf bis zu den einfachen und von diesen zu den höheren und höchsten Säugetieren sind nach der Anschauung von Göppert als homologe, d. h. als entwicklungsgeschichtlich gleichwertige Organe zu betrachten, deren Herleitung von Hautschuppen oder deren selbständiges Entstehen in der Phylogenie uns hier nicht weiter interessieren kann.

Es würde mich zu weit führen, die Kralle sämtlicher Wirbeltiere in den Rahmen dieser kurzen Besprechung zu spannen: Es soll nur die Kralle bei den jetzt lebenden Säugetieren geschildert und sie in ihrer dreifachen Gestalt als Kralle *sensu strictiori*, als Nagel und als Huf in ihren Zusammenhängen bei den hauptsächlichsten Vertretern kurz skizziert werden.

Meine Ausführungen stützen sich historisch vor allem auf die klassischen Arbeiten von Boas, der gegenüber Gegenbaur und anderen die hier zu besprechenden Organe in neuem Lichte gezeigt hat. Seine Auffassung von der Kralle geht dahin, dass sie aus mehr als nur einem wesentlichen Teile bestehe, dass die Kralle ein zusammengesetztes Organ sei. Er zog auch den die Wurzel der Kralle bedeckenden Hautwall und den Ballen mit zur Bestimmung heran, jedoch liess er die unter den epidermalen Hornmassen gelegenen Weichteile zu sehr ausser acht. Im übrigen bildet Max Webers ausgezeichnetes Werk über die Säugetiere eine wahre Fundgrube für unser Thema. Die wertvollen Untersuchungen von Fanny Bruhns an Halbaffen und Affen bedeuten für die Beurteilung des Organs

einen weiteren Fortschritt. Fanny Bruhns hat zum erstenmal in der spezifisch vergleichend-anatomischen Literatur weitgehend auch die Weichteile des Organes bei den Primaten erörtert. Sie näherte sich damit einem Standpunkte, wie ihn die Veterinär-Anatomen für den Huf des Pferdes schon seit mehr als einem halben Jahrhundert, seit Erscheinen des unübertroffenen Werkes von Leisering eingenommen haben. Unter Berücksichtigung dieser veterinärmedizinischen Literatur soll das Organ vom weitesten Standpunkte aus besprochen werden. Seit Jahren beschäftige ich mich mit dem Krallenproblem, und ich bin bemüht gewesen, ein möglichst reichhaltiges Material aus der Klasse der Säugetiere zusammenzutragen. Von den Ordnungen der Primaten konnte ich Abstand nehmen, da Fanny Bruhns' Arbeit erschöpfend war. Auf mehr als 100 Spezies ist meine Sammlung heute gediehen. Vieles habe ich erhalten können, ein mehreres musste bisher noch unberücksichtigt bleiben. Meine Untersuchungen stehen heute erst im Anfangsstadium und sind noch unvollständig; dennoch möchte ich, um meinen prinzipiellen Standpunkt festzulegen, jetzt schon einen gedrängten Überblick geben über das, was mir das Organ zu sagen hat.

Betreffs der Materialsammlung schulde ich besonderen Dank der Stiftung für wissenschaftliche Forschung an unserer Universität, die namhafte Summen mir zur Verfügung stellte. Es ist mir eine Ehrenpflicht, den wärmsten Dank für die Förderung meiner Untersuchungen auch an dieser Stelle zum Ausdruck zu bringen. Gleichzeitig bin ich aber auch dem Direktor des kgl. Zoologischen Museums in Berlin, Herrn weil. Prof. Dr. Brauer, sowie Herrn Prof. Dr. Matschie ebendasselbst, ferner Herrn Dr. K. Toldt jr. am k. k. Naturhistorischen Hofmuseum in Wien, Herrn Prof. Dr. Brandes, Direktor des Zoologischen Gartens in Dresden, Herrn Prof. Dr. Bluntschli an der Universität Frankfurt, und Herrn Direktor Wendnagel am Zoologi-

schen Garten in Basel zu herzlichem Danke verpflichtet für die ausserordentlich weitgehende Unterstützung, die sie mir durch liebenswürdigste Überlassung des wertvollen Materiales zuteil werden liessen.

Kralle, Nagel und Huf sind also die drei Erscheinungsformen der in bestimmter Richtung modifizierten Hautbekleidung der Zehenenden der Säugetiere. Die drei Formen sind einander homolog. Sie bestehen aus gegenseitig entsprechenden Einzelteilen, die ihrerseits verschiedengradig ausgebildet sein können und so dann dem Ganzen ein spezifisches Gepräge verleihen. Meine Aufgabe wird es sein, die drei Typen zu charakterisieren und auch kurz anzudeuten, welche Ursachen für die Entstehung einer jeden Form massgebend waren.

Der allgemeine Name des Organes lautet „Kralle“: ein Hinweis, dass der bei den meisten Ordnungen der Säugetiere ausgebildete Typ, die *Unguicula*, zugleich das primäre Organ darstellt, aus dem heraus phylogenetisch sich dann in einander entgegengesetzten Richtungen einerseits der Nagel, *Unguis*, und andererseits der Huf, die *Ungula*, herausgebildet hat. Von solchen Gesichtspunkten aus lassen sich (wenn man will) die Säugetiere einteilen in *Unguiculata*, die Krallenträger, *Unguata*, die Nagelträger, und *Ungulata*, die Hufträger. Diese Klassifizierung hat aber keinen grösseren systematischen Wert, da bekanntlich die Art der Ausbildung des Organes, wie ich auch zeigen werde, rein durch äussere Momente bestimmt wird und auf Verwandtschaftsverhältnisse Schlüsse zu ziehen nicht ohne weiteres erlaubt.

Unter Kralle hat man zu verschiedenen Zeiten verschiedene Organe verstanden. Die frühere Auffassung ging dahin, lediglich das durch Keratinisation aus den Epidermiszellen hervorgehende Horngebilde als Kralle aufzufassen, die Kralle i. e. S., wie sie Gegenbaur verstand.

In neuerer Zeit dagegen beginnt man, die Denkweise der Veterinäranatomen der Mitte des vorigen Jahrhunderts zu würdigen.

Unter Vorgehen von Leisering und von Boas und, wenn man will, auch von Fanny Bruhns möchte ich den Begriff des Organs weiter fassen und für das ganze distale Zehenglied die Bezeichnung „Kralle im weiteren Sinne“ in die vergleichende Anatomie eingeführt wissen: einen Begriff, den uns zunächst für medizinische Bedürfnisse die topographische Anatomie kennen gelehrt hat. Diese Kralle i. w. S. soll als Phalangenendorgan oder als Distalorgan der Zehe bezeichnet werden. Dies weiter gefasste Organ umspannt also den dritten Zehenknochen mit Bändern und Sehnen als Grundlage und den Überzug durch die Haut. Die Haut am Zehenende ist der abgeänderten Funktion entsprechend modifiziert. Sie trägt in der Hauptsache keine Haare; sie ermangelt i. a. der Drüsen; und sie hat die Neigung zu enormer Verhornung. Wie in allen anderen Gegenden des Körpers hat auch diese Krallenhaut ihre zwei Schichten, die als Krallenlederhaut, Corium, und als Krallenoberhaut, Epidermis, zu bezeichnen sind. Dazu kommt an beschränkter Stelle noch eine subkutane, der Unterhaut angehörende Bildung, die in Anpassung an die Beanspruchung der Phalangenenden als Stosspolster funktioniert.

Die Epidermis hat im Prinzip an allen Körperoberflächen dieselbe Funktion: Durch Verhornung der Zellen ihrer oberen Schichten auf den tieferliegenden, protoplasmatisch-weichen Zellmassen eine zähe Decke zu schaffen, die mechanischen Insulten gegenüber widerstandsfähig sich erweist. Je stärker aber mechanische Einflüsse eine beliebige Stelle der Oberfläche treffen, um so stärker wird dort die Hornproduktion von seiten der Epidermis sein. Diesen Satz findet man vielfach bestätigt: An den menschlichen Fusssohlen oder den Hohlhandflächen entstehen an

Stellen mit starker Reibung mehr oder weniger dicke Hornplatten, die in Zeiten grösserer mechanischer Beanspruchung dicker, in Zeiten längerer Schonung aber dünner und weicher werden. Eine Periode mechanischer Ferienarbeit für Füsse oder Hände wird jedem dieses Faktum gelegentlich demonstriert haben. An den Zehenenden aber sind für die Bedürfnisse des Landlebens bei den terrestren Wirbeltieren unter mechanischen Einflüssen ähnlicher Art jene merkwürdigen Hautorgane entstanden, die für besondere Zwecke eine besondere Form entwickelt haben.

Epidermale, der zelligen Oberhaut angehörige und coriale, der bindegewebigen und blutführenden Lederhaut zukommende Anteile der Kralle sind voneinander trennbar, z. B. durch Mazerieren. Man erhält durch solche Präparation zwei isolierte Körper von spezifischer Form, so dass der losgelöste, vor allem aus Hornmassen bestehende Epidermalanteil den getreuen Abguss auf die von ihm bedeckten Teile der Distalphalange mit ihrem Lederhautüberzug darstellt. Durch Mazeration also zerlegt man das Phalangenendorgan leicht in seine zwei Hauptbestandteile: in die Kralle im engeren Sinne (den durch starke Verhornung seiner Elemente ausgezeichneten Epidermalteil, den man gewöhnlich nicht ganz logisch als den Hornteil bezeichnet hat), und in die als Stempel in der Krallendüte sitzende Grundlage aus Knochen und Lederhautüberzug; dazu aber kommt der proximal sich anschließende Krallenwall.

Das dritte Zehenglied, das in erster Linie als grundlegender Skeletteil in Betracht kommt, hat die spezifische Form der Kralle und lässt die gleiche Gestalt im wesentlichen auch mit dem Überzug durch die Krallenlederhaut noch erkennen. Und da nun die Epidermalteile einen zweiten Aufguss auf den formgebenden Grundkörper darstellen, so verhält sich dieser letzte Überzug, die epidermale „Horn“-Düte, zu seiner Grundlage wie eine Matrize zu

ihrem Stempel. Demzufolge bezeichne ich das Epidermalgebilde als Krallenmatrize, den aus Knochen und Kordialdecke bestehenden Stempel aber als Krallenpatrize. Und diese spielt m. E. für die Charakterisierung einer beliebigen Entwicklungsform der Kralle als Vollkörper eine gewichtige Rolle, obwohl dieser bis heute in der vergleichenden Anatomie so gut wie ganz vernachlässigt wurde.

Für die Beschreibung des Phalangenendorganes ist es nötig, dieses von einer etwas anderen Seite aus zu zerlegen. Abgesehen von der Skelettgrundlage gliedern wir am besten das Organ in Formelemente, deren Trennung sich äusserlich an den Epidermalteilen kundgibt, die aber (jedes für sich) aus korrespondierenden Abschnitten der Oberhaut und der Lederhaut sich zusammensetzen. So kann man sagen: Das Zehenorgan baut sich aus mehreren typischen Teilen auf: aus zwei endständigen Hauptelementen und aus zwei basal sich anlegenden Hilfsteilen, die je unter sich ein gewisses Ganzes bilden. Während i. a. der basale akzessorische Apparat einen wenig modifizierten Hautabschnitt repräsentiert, also den ursprünglichen Hautcharakter im Sinne einer einfachen Decke sich bewahrt, lassen die beiden endständigen Körper eben (infolge ihrer enormen Hornproduktion) in ein der Matrize angehöriges epidermales und in ein der Patrize zukommendes bindegewebiges oder koriales Formelement sich zerlegen.

Der eine der Krallenhauptteile sitzt an der Fussrückfläche, dorsal; er greift gewöhnlich auch auf die Seitenflächen hinaus und stellt im Epidermisanteil die am meisten in die Augen fallende Partie der Kralle dar, die funktionell die Hauptrolle spielt: Das ist die sog. Krallenplatte, eine dicke Epidermisplatte mit festgefügttem Horn. Ihre Unterlage ist als Teil der Patrize das Krallenbett oder Plattenbett.*) An diesem hat man zwei Zonen aus-

*) Entgegen meinem früheren Standpunkte (Morphologisches Jahrbuch) habe ich mich entschlossen, die Trennung in hornigen Epidermal-

einanderzuhalten: eine obere, proximale, und eine untere, distale Partie. Über dem Proximalteil allein wird die Hornplatte der Kralle aus teilungsfähigen Epidermiszellen erzeugt. Er hat deshalb den Namen Fertilbett bekommen. Er ragt mehr oder weniger wulstartig vor und wird von uns auch als „Krone“ bezeichnet. Nur vom Fertilbett aus wächst die Krallenplatte nach, also von der oberen Randzone aus. Sie wird in der Richtung nach abwärts beständig nachgeschoben und deckt dabei den spitzenwärts folgenden Teil des Krallenbettes von aussen her zu. Mit diesem Distalteil ist die Hornplatte zwar durch plasmatische Epidermiszellen organisch verbunden, erhält aber von ihnen aus einen hornigen Zuwachs nicht mehr;*) so wird dessen Bezeichnung Sterilbett verständlich.

In gleichem Masse wie die Platte vom Fertilbett aus durch Eigentätigkeit sich ergänzt und über das Sterilbett ohne weitere Dickenzunahme flächenhaft hinabgleitet, in gleichem Masse schiebt sich die Platte über die distale Grenze des Bettes hinaus vor, den überragenden freien Randteil bildend, der am klarsten z. B. beim menschlichen Nagel hervortritt. In gleichem Masse schürft sich aber am Distalrand die Platte beim Gebrauche selbsttätig ab. Dadurch behält die Krallenplatte dauernd eine mittlere proximal-distale Länge bei, wenn nicht (wie bei manchen domestizierten Tieren) aus Gründen der wirtschaftlichen

teil und Bett streng genetisch durchzuführen. Ein „Hornteil“ der Kralle (dieser Ausdruck sei hier einmal gestattet) umfasst das ganze epidermale Gebilde (s. oben) mit den Zellen der Keimschicht, während ein „Bett“ lediglich das Lager bezeichnet, auf dem jener ruht. Die alte Trennung, die z. B. Fanny Bruhns noch gebraucht, in reines Horngebilde und in Weichteile aus Lederhaut und Keimschicht der Oberhaut führt zu schwerwiegenden Komplikationen. Eine solche Trennung ergibt aber auch die Mazeration nicht; die abgelöste „Horndüte“ ist also auch im histologischen Sinne gar kein reines Horngebilde.

*) Ich sehe bei dieser Zusammenstellung von den bemerkenswerten Funden von Boas ab, dass sich gegen den Distalrand des Sterilbettes hin in einer schmaleren oder breiteren Zone neue Hornmassen an die Unterfläche der Platte anlagern können, die Platte verstärkend. Die Frage dieser als Terminallage bezeichneten Massen ist noch nicht genügend geklärt.

Haltung oder (wie beim Menschen) als Folge einer abweichenden Form und Stellung in Verbindung mit einem abgeänderten Gebrauch eine natürliche Schürfung verunmöglicht wird. Beim beschlagenen Pferde, dessen Huf — besser dessen Hufplatte — durch das Eisen vor Abnutzung geschützt ist, muss der Schmied den Plattenrand nach Ablauf einer Beschlagsperiode künstlich kürzen, und der Mensch schneidet ebenso den Überschuss weg.

Wie sich andererseits der Proximalrand der Krallenplatte in der Regel falzartig unter den sich oben anschließenden Krallenwall unterschiebt, das werden wir sogleich noch zu besprechen haben.

Der zweite Krallenhauptteil hat seinen Sitz an der Sohlenfläche, volar, und stellt im Epidermisanteil die Krallensohle dar. Ihr Horn ist weniger fest. Die Sohle sitzt dem Sohlenbett als Patrizienanteil auf. Sie wächst senkrecht zur eigenen Oberfläche in die Dicke, ohne sich, im Gegensatz zur Platte, flächenhaft in irgendeiner Richtung vorwärts zu schieben. Seitlich ist sie der übergreifenden Platte fest eingefügt. Beide bilden zusammen ein horniges Ganzes, die Krallendüte.

Der Basis der Krallendüte schliesst sich als akzessorisches Gebilde der schon erwähnte Krallenwall in Form eines ringartigen Hautstreifens an. Analog der Krallendüte zerfällt auch er in einen Dorsal- und einen Volarabschnitt. Beide gehen aber an den Seitenflächen der Zehe ohne scharfe Grenze ineinander über. Und proximal stossen sie an das unveränderte Integumentum commune, in das sie zum Teil allmählich hinüberleiten. Der Dorsalteil dieses Ringes liegt proximal der Krallenplatte gegenüber. Er deckt die Wurzel der Platte falzartig zu und bildet so einen liegenden Hautwall, den eigentlichen Krallenwall. Sein Aussenteil kann noch Haare tragen; der untergeschlagene Innenteil dagegen, der der Plattenwurzel direkt aufliegt und mit ihr verklebt, entbehrt soweit vollständig der für

das Integumentum commune charakteristischen Haare und Drüsen. Im übrigen baut sich der Wall auf aus Corium und Epidermis. Seine Funktion besteht nicht nur im Decken der Krallenwurzel; sein epidermaler Überzug liefert vielmehr, soweit er im eingeschlagenen Teile der Krallenplatte direkt aufgelagert ist, eine weiche geschmeidige Hornmasse, die als Deckschicht mit der Krallenplatte distal herabwächst und vom Krallenfalze aus eine Strecke weit auf der Platte liegend mitgerissen wird. Der grössere Teil der Krallenplatte entbehrt dieses Eponychiums; seine wenig widerstandsfähigen Hornmassen werden im Gebrauche abgestreift, oder aber sie verfallen beim Menschen im ganzen den Gesetzen der Nagelpflege.

Über die Seitenränder der Krallenplatte hinweg setzt sich seitlich-volar der Krallenwall ohne scharfe Grenze in seinen Volarteil fort. Dieser steht der Sohle proximal gegenüber. Er deckt die Sohle nicht nach Art eines Falzes, ist aber gegen sie durch eine offene Grenzfurche abgesetzt. Er ist unter dem Namen *Zehenballen* oder *Fingerballen* bekannt, als ein Hautteil, der gegen die Nachbarschaft polsterartig vorspringt — durch Unterlagerung des eingangs schon erwähnten subkutanen Kissens von hoher Elastizität, des Krallenpolsters, eines sehr vollkommenen Stossbrechapparates für die fussende Gliedmasse. Die Haut des Ballens selbst ist ebenfalls zunächst nur wenig modifiziert. Ihr fehlen in der Hauptsache die Haare und die Talgdrüsen. Die Schweissdrüsen jedoch sind zumeist in grossen Mengen ausgebildet.

In der Reihe der Säugetiere findet man, wie bekannt, drei Haupttypen des Distalorgans der Zehe. Als primitive Form wird vom Standpunkte der Stammesgeschichte aus die *Kralle* angesehen (Fig. 3). Die *Unguicula* hat im speziellen alle die Eigentümlichkeiten, die eben von allgemeinen Gesichtspunkten her am Organ bei den eingangs erwähnten Säugetierordnungen besprochen wurden.

Die dritte Phalange, das Krallenbein, ist m. od. w. stark um die Querachse (also in der Länge) gebogen und selbst krallenartig geformt. Die Konvexität schaut dorsal und trägt in besonderen Fällen eine Längsrinne oder sogar eine durchgehende Längsspalte, deren Bedeutung wir noch kennen lernen werden. Bei den Raubtieren ist das Krallenbein basal durch einen ringartigen Knochenfalz gekrönt, der von der Wurzel aus in den Krallenwall einstrahlt und auch die Krallenplatte falzartig deckt.

Die Patrize der Kralle ist bei den einzelnen Spezies wenig bekannt; sie wurde vernachlässigt. Unsere Fig. 2 (Morph. Jahrbuch) zeigt die vom Hunde. Das Krallenbett bedeckt die Seitenflächen und den Rücken der Endphalange. Sein Fertilteil ist als basaler flacher Wulst ausgebildet, der seitlich-volar schmal beginnt und gegen das Dorsum hin zum sog. Rückenwulste sich verbreitert. Dieser läuft dem Krallenrücken entlang bis zur Spitze und teilt so bei den Carnivoren das Sterilbett m. od. w. vollständig in zwei seitliche Felder. Bei den Caniden sitzt der Rückenwulst mit breiter Basis dem Dorsum des Krallenbeins auf. Beim Katzengeschlecht dagegen, dessen Krallen so ausserordentlich stark in der Quere zusammengedrückt sind, ist der Wulst fast der ganzen Länge nach durch Einschnürung fast völlig abgesetzt, so dass er, wie uns Siedamgrotzky zuerst gezeigt hat, die Funktion einer einheitlichen grossen Papille bekommt, die von der Wurzel aus weit in das mächtige Dorsum der Felidenkralle einstrahlt. Bei keiner andern Gruppe erreicht der Rückenwulst eine annähernd starke Ausbildung.

Das Sterilbett wird durch den Rückenwulst ganz auf die Seitenfläche gedrängt. Es trägt an einem Teil seiner Oberfläche ausserordentlich feine Längsleistchen, die als Papillarkörperbildung in den Epithelbelag an der Unterfläche der Krallenplatte eingreifen und uns besonders am Hufe noch interessieren werden.

Das Sohlenbett ist an der Kralle schmal und lang; es beschränkt sich auf die Volarseite des Krallenbeins.

Die Krallenmatrize, die epidermale Krallendüte lässt an der Innenfläche das scharf ausgeprägte Negativ der Patrize erkennen; insbesondere dorsal eine ev. sehr tiefe Furche zur Aufnahme des Rückenwulstes. Ihre äussere Form ist die eines schwächer oder stärker seitlich komprimierten Kegels, der in der Längsrichtung m. od. w. gebogen erscheint. So entsteht die Krallenform. Scharfe spitze Krallen mit starker Abbiegung und auffallender seitlicher Kompression findet man bei Tieren, die das Organ als Greifkralle zum Festhalten verwenden, so etwa bei vielen Nagern, auch bei Raubtieren. Bei den Feliden aber sind die Krallen baummesserartig schneidend ausgebildet, so dass man von Schneidkrallen reden kann. Um die Schärfe der Spitze zu bewahren, werden solche Krallen beim Gehen in geräumigen Hauttaschen verborgen gehalten. Erst im Momente des Gebrauches wird die gefährliche

Waffe durch Muskelwirkung (des Zehenbeugers) hervorgeholt und entblösst. Solche Krallen sind um ein vielfaches schmaler als hoch. Bei allen andern Krallenträgern lässt sich dies Organ nicht zurückziehen; infolgedessen ist seine Spitze vielfach stumpfer und event. (z. B. bei den Caniden) stark abgeschürft, so dass ihr manche Eigenschaft als Waffe verloren geht. Damit nähert sich diese Form der Grabkralle, wie sie in ausgesprochenster Masse bei den Kloaken- und Beuteltieren, auch bei den Insektivoren sich findet. Es handelt sich hier um einen langen kräftigen, wenig gebogenen, meist dreikantigen Kegel, von oft recht plumper Gestalt. Ähnlich verhalten sich auch die fast grotesken Krallen der Faultiere und Ameisenfresser, die als Haken bei der Fortbewegung an Bäumen benützt oder auf die Volarseite eingebogen getragen werden. Hierher gehören auch die teilweise sehr kräftigen Krallen der Gürtel- und Schuppentiere.

Denkt man sich diese im Querschnitt etwa dreieckigen Krallen in den Transversalen mehr abgeflacht, so nähert sich ihre Form schon mehr dem Nagel. Es entsteht auf diese Weise die Scharrkralle, wie sie besonders schön beim Erdferkel ausgebildet ist. Die Kralle von *Orycteropus* zeichnet sich aus durch eine lange flache Platte, die nur an den Seitenwänden etwas eingebogen ist, und weit vorsteht; durch eine ebene breite Sohle, in deren Bereich sich der Ballen sogar etwas vorschiebt, so dass sie der Länge nach doch etwas reduziert erscheint.

Nach der allgemeinen Anschauung der Fachleute wäre diesen verschiedenen Krallentypen gegenüber das Phalangenendorgan einer kleinen Nagergruppe, der Meerschweinchenartigen, auszuscheiden. Die ganze Gruppe ist nach Art der Ungulaten für schnelle Fortbewegung eingerichtet und hat neben anderen typischen Eigenschaften: entsprechend hohe Läufe, Neigung zur Reduktion der seitlichen Zehen und (soweit die Zehen den Boden berühren) hufartige Nägel, während die Zehenballen ausgedehnter verhornen (M. Weber). Deshalb hat diese Unterfamilie den Namen der Subungulata, der Hufpfötler, erhalten. Ich kann mich dieser Auffassung nicht ohne weiteres anschliessen. Alle diese Tiere sind Zehengänger, teilweise hinten sogar Sohlengänger, und als Phalangenendorgan tragen sie, wenigstens Meerschwein und Goldhase, die ich untersuchen konnte, eine typische Greif- bzw. Grabkralle. Bei *Hydrochoerus* jedoch ist das etwas anderes. Obwohl das Wasserschwein, der grösste Nager, den wir kennen, ebenfalls noch digitigraden Fussbau zeigt, (vgl. auch Brehms Tierleben, Säugetiere, 2. Band, 1914, S. 136/137), trägt es dennoch ausgesprochene Hufe. Wenn der Fuss nicht nach dem Typus der Unpaarzeher gebaut wäre und er nicht noch grosse Sohlenballen sich erhalten hätte, würde man ihn für den ersten Blick für einen Schweinefuss ansehen können. Der Zehenballen ist so stark verhornt, dass er mit Sohle und Platte eine Einheit bildet, die wir als für den Huf charakteri-

stisch noch kennen lernen werden. Und dazu ist auch der Dorsalwall, wie Boas gezeigt hat, bereits stark zurückgebildet. Ferner scheinen die für die Ungula spezifischen Hornleistchen an der Sterilfläche der Platte auch beim Wasserschweine ausgebildet zu sein. Vor allem aber stellt die Platte selbst eine kurze, verhältnismässig steil stehende Hornlamelle dar, die sehr breit und flach gewölbt erscheint und somit an die Form der Scharrkralle direkt anschliesst.

Bei allen diesen Verschiedenheiten in der Ausbildung der Unguicula handelt es sich primär immer um eine Veränderung der Form und Gestalt der Krallenplatte. Diese wollen wir jetzt noch etwas genauer betrachten. Die Platte ist in ihrer Dicke in jedem Falle von der Breite und vor allem dem Grade der Vorwölbung des Fertilbettes (über dem wir sie haben entstehen sehen) abhängig. Je breiter und höher die Krallenkrone, um so dicker die Platte. Wenn aber die Krone am Dorsum zu dem langen Rückenwulste sich auszieht, so ist das als eine lokale Verbreiterung zu bewerten. Und dementsprechend erlangt die Platte im Dorsalgebiete der Dicke nach ein ganz bedeutendes Übergewicht, den Seitenteilen gegenüber. Das trifft tatsächlich für alle Krallen mit seitlicher Kompression zu, denen eben ein langer und hoher Rückenwulst zukommt. Diese Verstärkung des Rückens der Platte hat eine zwifache Bedeutung. Einmal werden ihre dünneren Seitenteile im Gebrauche rascher abgenützt als die kräftigeren der Mitte; daraus resultiert die zu einer Spitze ausgezogene Kralle. Die seitliche Kompression mit der Versteifung dem gebogenen Rücken entlang bedeutet aber andernteils für die Kralle eine ganz erhebliche Vermehrung ihrer Stabilität. Zum Dorsum verlaufen die Zug- und Drucktrajektorien bei der Beanspruchung des Organs.

Bei einigen ausgesprochenen Grabtieren (dem Schuppentier, dem Beuteldachs, dem Goldmull und Maulwurf) ist die Versteifung des Krallenrückens noch erhöht durch Ausbildung einer gegen die Unterlage vorspringenden Hornleiste. Diese ruft an der Patrize und am Krallenbein die früher schon berührte Dorsalrinne bzw. -spalte hervor. Bei gegenseitigem Ineinandergreifen bedeutet das eine ausserordentliche Festigung des Grabinstrumentes. Diese Art der Versteifung einer Grabkralle hat ihren Vorläufer in einer mehr diffusen Verdickung des Plattenrückens, die ebenfalls nach der Unterlage hin ausladet. Max Weber hat solches bei Faultieren und Ameisenfressern beobachtet. In allen diesen Fällen wird an der Patrize wohl nur ein kurzer Rückenwulst ausgebildet sein, wie man das von dem Boas'schen Bild der Kralle von *Myrmecophaga* ablesen kann. Näheres ist nicht bekannt.

Dass diese Verhältnisse bei der flachen Scharrkralle anders liegen, ist ohne weiteres aus ihrer Form abzuleiten. Auch darin nähert sie sich auffallend dem Nagel. Obwohl die Patrize einer typischen Scharrkralle z. B. von *Orycteropus*, dem Erdferkel, bisher nicht

untersucht wurde, so kann man aus der Gestaltung der Platte dieser Krallenform mit voller Sicherheit schliessen, dass sie an ihrem Fertilbett einen Rückenwulst nennenswerter Art nicht besitzt.

Das Volargebilde der Krallendüte, die Sohle, ist eine kürzere oder längere Hornplatte (Fig. 3), die sich bei der Grab- und Scharrkralle m. od. w. im Niveau des Plattenrandes einfügt, bei der Greif- und Schneidkralle dagegen von deren stark volar abgebogenen Rändern überragt wird, so dass die Sohle u. U. vollständig in der Tiefe verschwinden kann, und nun die scharfen Ränder der Kralle, die einander stark genähert sind, ein Schneidinstrument herstellen.

Der Krallenwall der Unguicula ist typisch ausgebildet. Er stellt im Dorsalteil die charakteristische Hautfalte dar, die bei den meisten Unguiculata ausserordentlich kräftig ausgebildet ist und nach Boas nur den Kloakentieren (dem Ameisenigel und Schnabeltiere) fehlt, denen sie sekundär abhanden gekommen sein dürfte. Neben dem echten Krallenwall hat Boas hier und da bei Krallentieren (z. B. beim Bären und Hasen) noch einen unechten Wall gesehen, der mit der Krallenplatte nicht verklebt und soweit auch an der Unterfläche Haare tragen kann.

Auch der Volarteil des Krallenwalls hat bei den Unguiculata die typische Form des Zehenballens, der in offener Grenzfurche der Sohle gegenübersteht. Er kann die Sohle ein wenig apikal verschieben und diese so verkürzen. Bei allen Krallenträgern springt der Ballen hoch über die Sohle vor, diese der direkten Berührung mit der Unterlage entrückend. Er dient als Stossbrecher; auf ihm ruht die Last des Körpers in geringerem oder grösserem Masse, je nachdem das betr. Tier als Sohlengänger mehr mit der gesamten Fusssohle bis zur Fusswurzel oder aber als Zehengänger nur mit den Fingergliedern allein den Boden berührt. Die Kralle dagegen kommt für das eigentliche Fussen nicht in Betracht. Die Krallentiere sind ja alle Sohlen- oder Zehengänger — plantigrade oder digitigrade Tiere — einige extreme Formen wie die Faultiere und Ameisenfresser ausgenommen. Der Ballen hat wohl eine verdickte Epidermis als Überzug, jedoch sind die Hornmassen weich — plastisch — und stellen etwa im Vergleich mit den Anteilen der Krallendüte ein besonderes morphologisches Element nicht dar. Ein Haarbesatz fehlt dem Zehenballen vollständig, ebenso der Gehalt an Talgdrüsen; dagegen aber ist er reich an Schweissdrüsen und Nervenendapparaten. Diese Eigentümlichkeit charakterisiert ihn (vielleicht auch im Zusammenhang mit eigenartigen Rillen und Feldern, die bei manchen Krallenträgern zu beobachten sind) zugleich als ein Tastorgan, mit dem das Tier die Unterlage beim Gehen, Klettern, Graben oder Greifen abtastet.

Ganz spezieller Art sind die Umwandlungen der Ballen von Krallenträgern, die vorwiegend ans Wasserleben gebunden sind,

wie wir es besonders schön beim Schnabeltiere beobachten. Die Ballen verlängern sich unter den Krallen beträchtlich in distaler Richtung und verschmelzen mit der die Zehen untereinander verbindenden Schwimmhaut, sodass die Fussenden von einem zusammenhängenden weichen Hautsaum überragt werden, der beim Spreizen der Zehen gespannt und umgekehrt zusammengefaltet wird. Ganz die parallele Erscheinung kennen wir auch von den Robben und anderen. Dass diese Abänderung einer raschen Vorwärtsbewegung im Wasser günstig ist, dürfte ohne weiteres einleuchtend sein.

Von der Kralle führt nun der Weg der Modifikation des Phalangenendorganes in der einen Richtung zum Nagel, zur Unguis, und zwar über den Kuppennagel des Halbaffen zum Plattnagel beim Affen und Menschen.

Die Halbaffen, Prosimiae, leiten sich phylogenetisch von unguikulaten (von krallentragenden) Tieren ab. Sie erfreuen sich insgesamt an der 2. Zehe des Fusses noch einer typischen Kralle. Bei Chiromys, dem als Aye-Aye bezeichneten Fingertiere, stehen auch alle übrigen Zehenendorgane der Kralle noch besonders nahe, während sonst allgemein die Zehenbekleidung der niederen Affen durch einen Kuppennagel erfolgt. Aber auch bei den Simiae, den höheren Affen, kommen nicht selten noch Kuppennägel zur Ausbildung. Das gilt besonders für die Hapaliden, bei denen nur der Pollex und der Hallux, die erste Zehe an Hand und Fuss, einen Plattnagel trägt.

Ein Kuppennagel hat der Kralle gegenüber seine Längsachse verkürzt. Er steht nicht mehr oder nicht mehr wesentlich über die Phalangenspitze vor, so dass er in der Volaransicht verschwinden kann. In der Transversalen flacht er sich ab; von einer seitlichen Kompression kann keine Rede mehr sein. Dennoch behält seine Nagelplatte noch immer eine rückenartig vorspringende Medianpartie bei. Dementsprechend ist am Nagelbett der Fertiltteil noch zu einem zapfenförmigen Rückenwulste verlängert (vergl. F. Bruhns, Fig. 19 etc.). Derselbe erreicht aber den Distalrand des Sterilbettes nicht, sodass dieses nur unvollständig geteilt erscheint. Die Sohle ist stark verkürzt und im Anteil der Patrize und der Matrize durch enorme Vergrößerung des Ballens spitzenwärts verschoben worden. So kommt es, dass die Sohle dem 3. Zehenknochen nicht mehr volar gegenübersteht, sondern an dessen freies Ende verlagert erscheint.

Im übrigen gleichen der Zehenballen und der mächtige Dorsalwall im wesentlichen den entsprechenden Teilen der Krallen, wenn auch hervorgehoben werden muss, dass der Ballen noch mehr die Eigentümlichkeiten des reinen Tastorganes erkennen lässt.

Der nächste Schritt führt zum Plattnagel des Affen (Fig. 2), der direkt zu dem des Menschen hinüberleitet. Die Nagelphalanx ist (wie bei den Prosimiae) nicht mehr volar gebogen, aber dorso-volar abgeflacht. Die Patrizie lässt als auffallendes Merkmal infolge der noch weiter gehenden Reduktion der Sohle ein ganz gewaltiges Überwiegen des Nagelbettes gegenüber dem Sohlenbett erkennen. Das Fertilbett ist nur wenig vorgewölbt und somit fast ganz in das Niveau der Sterilpartie hinabgesunken. Zum grössten Teil wird es von dem mächtig ausgebildeten Dorsalwalle überdeckt. Sein distaler Rand zeigt eine nur leichte zehenwärts gerichtete Konvexität — wenn man will: als letzte Andeutung einer medianen Verbreiterung, die im Rückenwulste an der Krallen der Caniden und Feliden ihre stärkste Ausbildung erfuhr. Das in der Querrichtung sehr flache Sterilbett ist ganz einheitlich geworden und trägt ähnlich wie bei der Krallen feine coriale Längsleistchen. Das schmale Sohlenbett ist das Abbild der reduzierten Hornsohle. Damit komme ich zu den epidermalen Horngebilden, zur Nagelmatrize. Die sanft gewölbte Nagelplatte entbehrt einer Rückenbildung gänzlich — das entspricht dem Mangel eines Rückenwulstes am Fertilbett. Der Länge nach ist die Platte bei den verschiedenartigen Spezies verschiedengradig gekrümmt. In jedem Falle ist aber auch diese Wölbung nur unbedeutend. Der Längsschnitt durch den Nagel vom Schimpansen (vgl. Fanny Bruhns, Fig. 118) zeigt eine Form, bei der diese Längenbiegung besonders stark ausgeprägt ist. Der freie Nagelrand steht nur wenig über den Ballen vor. An seiner Unterfläche kommt die Hornsohle noch deutlich zur Erscheinung, die kaum wesentlich von der eines Kuppennagels von mässiger Länge abweicht: ein halbmondförmiger Streifen von abblättrenden, wenig zusammenhängenden Hornmassen. Derselbe Medianschnitt vom Schimpansennagel zeigt Lage und Ausdehnung der Sohle deutlich.

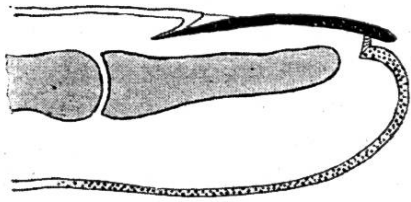
Der menschliche Nagel (Fig. 1) endlich unterscheidet sich vom Plattnagel der höheren Affen allein durch eine noch weitergehende Reduktion der Sohle. Er ist damit als Endglied der Entwicklungsreihe bei den Primaten anzusehen. Die Nagelsohle ist so schmal geworden, dass man lange Zeit dem Menschen eine solche absprach. Das war auch die Ursache, dass man ehemals die Nagelplatte als einziges charakteristisches Formelement einer Krallen ansah. Diese anthropozentrische Betrachtungsweise ist heute verlassen. Und wir haben diese enge Fassung der Krallen zu dem Begriff des Phalangenendorganes erweitern müssen.

Im Jahre 1894 hat uns Boas die Sohle auch am Menschennagel gezeigt. Sie ist durch die maximale Ausdehnung des Ballens in

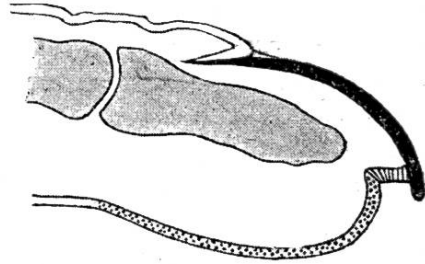
distaler Richtung über das Zehenende aufwärts tief in den Winkel zwischen freiem Nagelteil und Ballen derart eingeschoben, dass man sie nur nach Wegnahme der Nage'platte von oben her erkennen kann — wie das an der Tafel XI von Boas, Fig. 35, zu sehen ist. Man beobachtet parallel zum Distalrande des Sterilbettes ein Streifen, dessen Hornmassen gegenüber denen des Ballen durch eine feine Furche abgesetzt sind. Die scharfe Trennung ist aber erst im mikroskopischen Schnitte möglich: die Haut des Ballens führt Schweissdrüsen, die der Sohle nicht. Das Boas'sche Schnittbild Tafel X Fig. 6 lässt deutlich erkennen, dass die Hornproduktion der Sohle quantitativ auf die des Ballens, wenn nicht gar darunter, gesunken ist. Und man erkennt, dass am menschlichen Nagel von Seiten der Sohle weder für die Patrizie noch für die Matrize ein besonderes Formelement geliefert wird.

Von der Nagelplatte des Menschen ist die geringe Längsbiegung noch hervorzuheben. Die epidermale Platte ist ziemlich gleichmässig dünn und lässt die Verhältnisse des Nagelbettes durchschimmern. So sieht man an der Nagelwurzel in der Konkavität des zurückgedrängten Nagelwalles eine weissliche Zone, die der Form wegen das Halbmöndchen, Lunula, genannt ist. Sie entspricht dem Fertilbett, das grösstenteils durch den Wall verdeckt wird und im übrigen sich völlig präsentiert, wie es vom Schimpansen auf der Tafel dargestellt ist. Der distal sich anschliessende Hauptabschnitt des Nagels lässt das rosafarbene Sterilbett durchleuchten. Die mehr weissliche Farbe im Bereiche des Halbmöndchens ist bedingt durch die grössere Schichtenzahl der unter der Hornplatte gelegenen epidermalen Bildungszellen, welche das Ganze weniger durchscheinend machen. Eine ganz andere Ursache haben die bekannten, nach dem Volksglauben glückverheissenden weissen Flecken in der Nagelplatte, die das „Blühen“ der Nägel bedingen. Diese unregelmässig periodisch oder auch mehr gleichartig auftretende Zeichnung in Weiss auf Rosa dürfte durch lokale Kontinuitätstrennung der Hornzellen und Eindringen von Luft hervorgerufen werden. Dass es sich um Einschlüsse in die Nagelplatte handelt, beweist der Umstand, dass dieselben mit den Hornmassen sich gleichmässig über das Sterilbett hin randwärts vorschieben. Sie gelangen schliesslich in den freien Teil des Nagels hinein und werden dort mit dessen Randpartien durch die Schere entfernt.

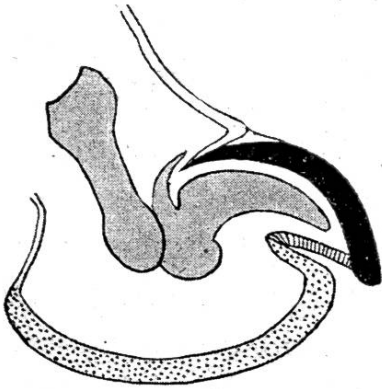
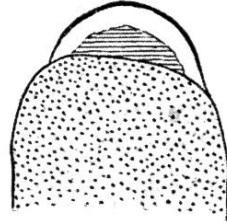
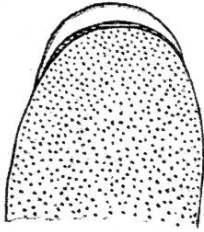
Nun noch ein Wort zu den akzessorischen Teilen des Plattenagels, die bei Affe und Mensch die gleichen sind. Der Dorsalwall (Fig. 1) legt sich als haar- und drüsenlose Hautfalte weit über die Plattenwurzel hinweg. Seine Epidermis liefert für die Nagelplatte den feinen Überzug von weichem Horn, der mit dem Nagel vorwächst, aber bei der Nagelpflege zurückgestossen wird. Seitlich schiebt sich der Wall über die Seitenränder der Nagelplatte in apikaler Richtung hinweg, und er geht dabei volar ohne Grenze



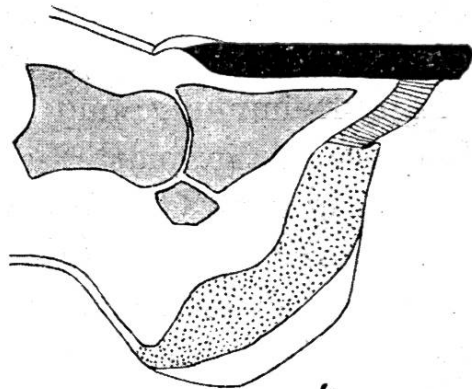
1.



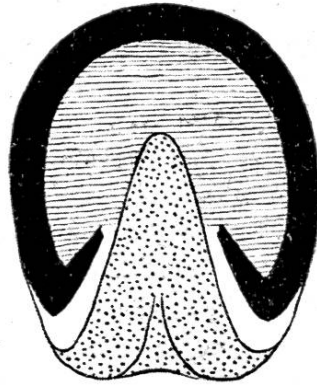
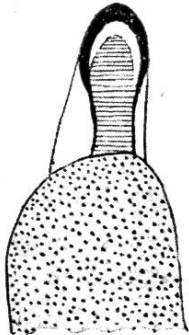
2.



3.



4.



in den Ballen über. Der Ballen springt durch Unterschiebung eines weichen Polsters sanft über die Umgebung hervor und umfasst dank seiner maximalen Längenausdehnung auch das freie, apikale Ende der Phalanx prima, des letzten Finger- oder Zehengliedes, sodass er die Sohle scheinbar zu einer dorsalen Lage verschiebt.

Der Ballen ist haarfrei; dementsprechend fehlen ihm auch Talgdrüsen. Die Schweissdrüsen sind aber um so zahlreicher vertreten. Dasselbe gilt von den Nervenendapparaten. Der Ballen der Primaten und insonderheit der an den Fingern des Menschen ist ein hochkomplizierter Tastballen geworden, den man als Fingerbeere bezeichnet. Seine Oberfläche ist durch ein zierliches Hautleistensystem ausgezeichnet, das allgemein bekannt ist, und das für die Identifizierung des Einzelindividuums kriminalistisch — und heute auch politisch — eine grosse Rolle spielt. In der ganzen Primatengruppe ist diese Einrichtung an Finger- und Zehenballen verbreitet. Die wertvollen Untersuchungen von Schlaginhaufen haben uns vor allem darüber Aufschluss gegeben.

In einer zweiten Richtung endlich hat sich unter der Wirkung formbestimmender äusserer Einflüsse aus der Kralle der Huf herausgebildet, die Ungula (Fig. 4). Schon bei der Kralle haben wir erwähnt, dass unter Verringerung der Längskrümmung und unter Verkürzung und Steilstellung der Krallenplatte bei gleichzeitiger Vermehrung der Hornbildung von seiten des Ballens ein Phalangenendorgan entsteht, das man gleichsam als Übergangsform zum Hufe ansehen könne — eine funktionell, nicht ontogenetisch bedingte Annäherung an diesen Typus. Es handelte sich um das Endorgan bei gewissen meerschweinchenartigen Nagetieren, den sog. Subungulaten. Mit ebengenannten Merkmalen sind aber bereits die Hauptkriterien der Ungula angedeutet.

Die hervorstechenden Merkmale des Hufes (mit den stützenden Knochen, der Patrize und der Matrize) sind die folgenden:

Die Endphalange der Ungulaten ist der Länge nach weniger gebogen, in der Querrichtung dagegen stark gewölbt.

An der Hufpatrize springt auf den ersten Blick ein mächtiges und wulstartig erhabenes Fertilbett in die Augen, die uns bekannte Hufkrone, mit langen Zotten besetzt, den Verhältnissen bei der Kralle gegenüber aber mit einer nur nebensächlichen Verbreiterung in der dorsalen Mitte ausgezeichnet; — ein Rückenwulst fehlt also. Das breite quergewölbte Sterilbett charakterisiert sich durch eine

grosse Zahl ausserordentlich hoher Coriumleisten, die in paralleler Anordnung sich dicht aneinander lagern und den ganzen Sterilteil des Hufbettes, unsere Lederhautwand, einnehmen. Das volare Sohlenbett ist primär gross an Umfang und schmaler oder breiter, je nach der Form der resp. Ungula. Zu diesen beiden Standard-Teilen der Patrize gesellt sich am Hufe aber noch ein dritter Abschnitt, das sog. Ballenbett, das formativ ganz dem Hornteil des Ballens entspricht: Die wesentlichste Neugestaltung am Hufe ist nämlich darin zu erblicken, dass er neben den primären zwei Hauptbestandteilen, der Platte und der Sohle, einen dritten, ich möchte sagen sekundären Hauptteil sich ausgestaltet, den epidermalen Hornballen. Und diesem Epidermalballen entspricht an der Patrize das erwähnte Ballenbett. Am Hufe also tritt der Volarabschnitt des Walles in den Dienst der Hornscheidenbildung um die Endphalange. Er verliert seine Funktion als Tastorgan mehr und mehr und wird so vorwiegend zum Stossbrecher für die Gliedmasse. Diese charakteristische Neugestaltung ist die Folge der abgeänderten Fussstellung bei den Ungulaten. Die Huftiere haben sich im Laufe der Jahrtausende von Sohlengängern zu Zehengängern und von Zehengängern zu Spitzengängern umgebildet. Die ursprüngliche Plantigradie wurde zur Digitigradie und diese zur Unguligradie, wie die technischen Ausdrücke lauten — und das alles durch allmähliche Aufrichtung des Zehenskelettes unter Verlängerung einzelner Bestandteile desselben. Die Huftiere treten nicht mehr mit der Fusssohle, sondern mit der Fusspitze auf den Boden. Das bedeutet aber für das Phalangenendorgan, dass es nun allein das Tragen der Last zu übernehmen hat, dass es allein noch in Kontakt mit dem Boden kommt, eine Funktion, die das Organ ursprünglich eigentlich gar nicht besass, die primär dem ganzen Fusse obliegt. Eine derartige Abänderung in der Fussgestaltung muss aber notgedrungen eine Umformung am Distalorgan selbst zur Folge haben. Aus der Kralle wird der Huf!

Infolge der Aufrichtung der Zehenachse kommt es unter Verkürzung zur Steilerstellung der Platte. Dadurch gelangt sie in die Lage, dass sie der Länge nach selbst mitzutragen hat, während sie bei der Kralle und beim Nagel einer solchen Beanspruchung entzogen ist. Gleichzeitig führt also die zunehmende Steilstellung des Skelettes und der Hufplatte zu einer wachsenden Verlagerung der Sohle in doppelter Hinsicht: auf der einen Seite wird ihr Winkel zur Längsachse der Platte grösser, auf der anderen hebt sie sich in Winkelstellung aus der Volarfläche des Fusses mehr und mehr heraus. Dadurch gelangt sie (und zwar auf ganz andere Weise als beim Nagel) in eine mehr apikale Lagerung und bildet nun — ich möchte sagen an der Stirnfläche der Zehe — die Fussungsfläche der Gliedmasse in der Hauptsache allein. So erhält die Sohle also erst beim Hufe eine Anordnung, die ihren Namen verständlich macht. Vom

Hufe her hat dieser Organteil seinen Namen bekommen. Der Huf war eben viel früher anatomisch genau bekannt als die Kralle; beim Nagel aber hat ehemals niemand nach einer homologen Bildung gesucht.

Die ganze Last der zumeist schweren Huftiere ruht jetzt auf eng begrenzter Unterlage, und die Folge ist, dass Hufplatte und Hornsohle allein nicht mehr als Schutz für die Phalangen spitze ausreichen. So kommt eben der Ballen durch vermehrte Hornproduktion zu Hilfe. Seine Hornmassen fügen sich innig in die der benachbarten Platte und Sohle ein, so dass das dreiteilige Horngebilde bei flüchtiger Betrachtung wie aus einem Gusse gefertigt sich erweist, dem sogar auf den ersten Blick der Dorsalwall zu fehlen scheint. Auch dieser zeigt vermehrte Hornproduktion, wie wir noch genauer sehen werden.

Am Hufe lässt sich also durch Mazeration ein zusammenhängendes epidermales Horngebilde von der Matrize loslösen, das ausser der Hufplatte und der Sohle auch ein hornig-epidermales Ballenelement umfasst. Alle drei Teile umhüllen schuhartig das Phalangenende, und daher bezeichnet man die Matrize des Hufes, die ich in ihren drei Formelementen nun des näheren zu besprechen habe, medizinisch-praktisch auch als den Hornschuh.

Die Hufplatte als Dorsalteil zieht sich weit über die Seitenflächen des Zehenendes hin — ist also sehr breit, dabei aber stark quergewölbt und besitzt zumeist eine ausserordentliche Dicke. Das entspricht dem ev. stark erhabenen, breiten Ferulbett, das in den oberen Rand der Platte eine deutliche Furche eingräbt. Das entspricht aber auch dem grossen Gewicht, das jetzt auf kleiner Unterstütlungsfläche zu tragen ist. Besonders auffallend ist die Unterfläche der Platte, die entsprechend den hohen Coriumleisten des Sterilbettes ebenso zahlreiche hohe Hornleisten trägt, die sog. Hornblättchen der Hufplatte. Das ist ein Novum, welches nur den Zweck befolgt, der Verbindung der Platte mit dem Bett die nötige vermehrte Festigkeit zu verleihen. Genau wie die epidermalen Hornmassen der Platte von oben nach unten vorwachsen, genau so verschieben sich auch die Hornblättchen, die vom Bett durch Zwischenschichten von weichen protoplasmatischen Epidermiszellen geschieden sind, in distaler Richtung vor. Und die Folge ist die, dass sie mit der Stirnkante an der Sohlenfläche des Hufes (zwischen Plattenrand und Sohle) zum Vorschein kommen. Dort bilden sie beim Pferde die bekannte „weisse Linie“. Coriumleistchen konnten auch am Sterilbett der Kralle und sogar an dem des Nagels nachgewiesen werden. Dort sind sie aber so niedrig, dass sie über die Schicht der weichen und unverhornten Epidermiszellen an der Unterfläche der Platte nicht hinausragen. So kommt es, dass die Innenfläche der hornigen Krallen- und Nagelplatte glatt bleibt; ihre niedrigen Leistchen sind rein protoplasmatisch-zelliger, nicht hor-

niger Struktur. Bei den Huftieren dagegen sind die Lederhautblättchen so hoch, dass sie gleichsam bis tief in die Hornmasse hinein sich eingraben.

Der zweite Teil der Hufmatrize, die epidermale Hornsohle, hat abweichende Verhältnisse nicht, abgesehen davon, dass sie durch mehr oder weniger weites Vordringen des Ballens in ihr Gebiet der Länge nach eingeengt werden kann.

Umso interessanter gestaltet sich der dritte Abschnitt, der epidermale Hornballen. Genetisch und vergleichend anatomisch ist und bleibt er auch am Hufe ein integrierender Bestandteil des Walles, der Volarteil desselben. Es ist vielleicht praktischer, zuerst den Dorsalwall zu besprechen. Während der Wall bei Kralle und Nagel eine typische Hautfalte darstellte, die die Wurzel der Platte deckte und auf diese eine feine Horn-Deckschicht lieferte, ist er am Hufe entfaltet worden (Fig. 4). Demnach versenkt sich der Plattenrand proximal nicht mehr in die Tiefe eines Hautfalzes; er steht vielmehr im gleichen Niveau wie die Oberhaut des Walles und der Zehe überhaupt. Der Wall bildet einen ziemlich schmalen, ungefalteten Streifen einer modifizierten Haut, dessen besondere Benennung als „Saum“ man rechtfertigen kann. Er ist wie der untergeschlagene Wallteil bei Kralle und Nagel haarlos, produziert aber mehr Horn als dort, so dass diese immerhin vorhandene Decke doch kräftiger ist als bei jenen Formen. Einzig beim Wildschwein unter den Huftieren hat man eine Andeutung einer Faltenbildung gefunden (Boas). Und es ist interessant, zu verfolgen, wie die nächste Stufe der Weiterbildung zum Falze bei einem subungulaten Nagetiere, dem Wasserschweine, zu finden ist, während das Meer-schweinchen bereits eine volle Hautfalte als Krallenwall trägt.

Selbstverständlich ist, dass vom vergleichenden Standpunkte aus auch ein dem ev. behaarten Aussenblatt des Krallenwalles entsprechender Hautstreifen am Hufe nachweisbar sein müsste. Derselbe verliert sich nach der Entfaltung aber aus leicht ersichtlichen Gründen vollständig in der benachbarten Haut und wird deshalb in der Regel vernachlässigt.

Da der Hufwall einen einfachen Streifen haarloser Haut mit starker Hornproduktion darstellt, so wird sich bei der Mazeration auch diese Hornmasse als Ganzes mit der Matrize ablösen, und die Folge ist, dass die Matrize entlang dem proximalen Rande des Fertilbettes einen entsprechenden, schmalen Streifen haarloser Lederhaut erkennen lässt, der als Lederhautsaum bezeichnet wird und histogenetisch jedem Bestandteil der Hufmatrize gleichzusetzen ist.

Verfolgt man den Saum der Seitenfläche entlang volar, so sieht man ihn sich verbreitern und schliesslich direkt in den baulich gleichbeschaffenen Ballenteil übergehen, der auch am Hufe durch ein untergeschobenes subkutanen Kissen prominent gemacht wird.

Der Hornballen repräsentiert eine dicke Hornlage, die an der Volarfläche zwischen beiden Seitenrändern der Hufplatte sich ausspannt und distal an die Sohle anstösst. Platte und Hornballen haben am Hufe innigere Beziehungen zueinander als irgendwo, so dass man äusserlich oft nur schwer die Grenze ziehen kann; sie bilden zusammen gleichsam einen Hohlzylinder, der distal durch die Sohle schräg abgestutzt und geschlossen erscheint.

Die Hornmassen des Ballens erlangen am Hufe eine zunehmende Festigkeit. Während z. B. bei den schweineartigen Tieren die Beschaffenheit eine noch ziemlich weiche und nachgiebige ist, wird sie bei anderen derber und derber, bis sie besonders bei den grossen Wiederkäuern die Festigkeit des Sohlenhorns erreicht haben. Die Unpaarzehler gehen hierbei einen eigenen Weg; speziell ist das Ballenhorn des so ausserordentlich hoch differenzierten Pferdehufs wieder ziemlich weich und elastisch; das hängt von der ganz eigenartigen Form und Funktion des Phalangenendorganes dieses einzehigen Tieres ab, das ja in mehrfacher Beziehung unter den Tieren durch einseitige Spezialisierung unser besonderes Interesse erregt.

Auch mikroskopisch macht sich die Umformung des Ballens am Hufe zu einem blossen Stossbrecher geltend: er verliert seinen Schweissdrüsenreichtum; bei den paarzehigen Ungulaten scheinen diese Drüsen sogar vollkommen verloren zu gehen. Über ev. Modifikationen der Nervenendapparate wissen wir nichts.

Der Huf der Paarzehler steht sonst der Krallen näher als der der unpaarzehigen oder perissodaktylen Huftiere. Das drückt sich auch in einem besonderen Namen aus: wir reden bei den Artiodaktylen gewöhnlich von der Klaue. An der Platte ist die Längenkümmung zumeist noch deutlich nachzuweisen. Das mag mit einer weniger steilen Zehenstellung zusammenhängen. Auch ist die seitliche Kompression noch recht auffallend, die Hand in Hand geht mit einer deutlichen Rückenbildung an der Platte und dem Zerfall in zwei unter einem gewissen Winkel aneinanderstossende Seitenhälften. Diese sind ungleich gross und derart unsymmetrisch zueinandergestellt, dass sich die Klauen zweier korrespondierender Zehen wie Spiegelbilder zu einander verhalten, ein Faktum, das sich bekanntlich auf die ganze Zehe erstreckt und nur wenige Ausnahmen zulässt.

Die Flusspferde, die in vielen Punkten sich primitiver verhalten als Schweine und Wiederkäuer, machen eine solche Ausnahme. Andererseits sind von den Wiederkäuern die Kamele auszuscheiden, da sie (die einzige echte Huftiergruppe) sekundär wieder Zehengänger geworden sind. Deren Phalangenorgan kann demnach auch einen wirklichen Huf nicht darstellen. Ich komme darauf noch zurück.

Bei den paarzehigen Ungulaten zeigt sich am Ballen die Neigung, in das Gebiet der Sohle sich einzudrängen — und man spricht

in diesem Zusammenhange von kurz- und langballigen Klauentieren. Bei Hippopotamus befindet sich der Ballen noch in primärer Lage — eine Eigentümlichkeit, die sich ganz parallel auch am Nashorn- und Elefantenhufe vorfindet, deren ganzer Fuss entsprechend dem ausserordentlichen Gewicht des Rumpfes auch sonst recht übereinstimmend konstruiert ist. Zur kurzballigen Gruppe gehören die Schweine und eine auch nach anderen Merkmalen ziemlich genau zu umschreibende Abteilung von Hirschen, die plesiometakarpalen Cerviden und die Giraffen, zur langballigen dagegen die Horntiere (z. B. Rind und Schaf) und eine zweite Gruppe von Hirschen, die telemetakarpalen Cerviden, wie uns Eber gezeigt hat.

Während bei Schweinen und kurzballigen Hirschen Ballen und Sohle äusserlich durch eine Grenzfurche noch deutlich gegeneinander getrennt sind und der Ballen noch eine mehr selbständige Prominenz darstellt, verstreichen beide Teile bei der anderen Gruppe unter Umständen vollständig, so dass von aussen dann eine Grenze nicht mehr feststellbar ist. Hierher gehören die Klauen unserer Hauswiederkäuer.

Nun noch ein Wort zum Phalangenendorgane der Tylopoden, der Kamele. Als Wüstenbewohner sind diese ursprünglich unguligraden Tiere sekundär wieder Zehengänger geworden. Sie treten durch die Sohlenfläche aller drei Zehenglieder auf. Dadurch wird die Hufplatte aus ihrer Steilstellung wieder in eine mehr liegende Position gebracht, und sie beteiligt sich nur mehr unwesentlich am Tragen der Last. Die Last ruht jetzt auf den Volarflächen der drei Phalangen, die deshalb mit einem proximal stark verlängerten Ballen ausgestattet sind. Der Ballen bildet übrigens das Charakteristikum des Camelidenfusses: als eine mächtige Schwiele bedeckt er (unter mehr oder weniger vollständiger Verschmelzung der zu beiden Zehen gehörigen Teile) die Fussungsfläche der Zehen bis zur ersten Phalange hin. Aber auch distal nimmt er an Ausdehnung derart zu, dass die Sohle des Endorganes ähnlich wie beim Kuppennagel auf einen schmalen Streifen zusammengeschoben erscheint. Durch seine Gestaltung und physikalische Beschaffenheit setzt sich der Ballen gegenüber der Platte und Sohle scharf ab; er erscheint deutlich wieder als akzessorische Bildung, die mit der Horndüte um die Phalange direkt nichts mehr zu tun hat. Und ebenso auffallend ist das Wiederauftreten eines grossen echten Dorsalwalles — der beim Lama ein mächtiges Eponychium liefert, so mächtig wie wir es auch am Hufe nicht gewohnt sind. Mit dem Hufe stimmt übrigens aber das Auftreten von feinen Hornleistchen an der Unterfläche der Platte überein.

So kann es demnach gar keinem Zweifel unterliegen, dass bei den Schwielenfüsslern infolge sekundärer Digitigradie das Phalangenendorgan dem Wesen nach sich einer Kralle, vielleicht sogar besser noch einem Kuppennagel nähert. Beim felsensbewohnenden

Lama sind die Umbildungen in gewissem Sinne geringgradiger als beim sandtretenden Wüstenschiff. Diese Erkenntnis soll aber durchaus nicht bedeuten, dass wir die Cameliden etwa aus der Gruppe der Huftiere streichen wollten. Zu dieser Begriffsbestimmung gehören ja noch eine Unzahl anderer Momente, die mit der Fussstellung gar nichts zu tun haben.

Unser ganz besonderes Interesse erweckt nun endlich der Huf der Unpaarzeher, zu denen wir Rhinoceros, Tapir und die Equiden zählen. Bei diesen Perissodaktyla sind nicht die Zehen Nr. 3 und 4 symmetrisch als Hauptstrahlen ausgebildet; die Betonung liegt hier allein auf dem mittleren Elemente, auf der dritten Zehe, die ja schliesslich bei den Pferden allein noch voll ausgebildet ist, so dass der Equide als das Huftier par excellence angesehen werden muss.

Der Huf der Unpaarzeher ist durch ein neues Moment in der Konstruktion ausgezeichnet, durch ein Moment, welches vielleicht — aber nur äusserlich — bei einzelnen Cerviden bereits als leise Vorahnung zur Ausbildung kommt, worüber ich mich andernorts ausgesprochen habe. Die Platte beschränkt sich nicht mehr auf Dorsal- und Seitenflächen des Phalangenendes, sie greift durch Verbreiterung in der Querrichtung auf die Volarfläche hinüber — und das derart, dass sie beim Nashorn (mit den primitivsten Verhältnissen) einen vollständigen Ring um das dritten Zehenglied herum herstellt. Auf diese Weise wird volar der Ballen vollständig von der Sohle abgetrennt. Er hält sich dabei ganz proximal von den Sohlenteilen der Platte und verschmilzt ziemlich weitgehend mit einem mächtigen Hornpolster an der Fusssohle zu einer Einheit, welche die verschiedenen Zehenballen und die Sohlenballen in sich einschliesst.

Nun bildet der Huf des Tapirs eine interessante Brücke zu dem der Equiden. Der Zehenballen, der sich beim Tapir durch eine faltenartige Einsenkung schon recht deutlich vom Sohlenballen abhebt, beginnt einen Vorstoss gegen die Hufsohle zu unternehmen. Dabei trifft er zuerst auf die Volarteile der Hufplatte, die sich beim Rhinoceros bis zur Berührung schlossen. Diese Plattenvolarteile drängt der Ballen gegen die Hufsohle hin vor, und die Sohle wird zu einem schmalen Halbmond zusammengeschoben, ohne dass sich die Verbindung der volaren Plattenarme bereits löste.

Bei den Equiden (Zebra, Esel und Pferd) durchbricht der Ballen (der gleichzeitig eine merkwürdig erhabene Form annimmt) den Verschluss der Sohlenarme der Hufplatte derart, dass er frei in die (gegenüber dem Tapir zu mächtigerer Entfaltung gelangte) Sohle als sog. „Hufstrahl“ einspringt, ein Bild, das uns ja allen geläufig ist (vergl. auch Fig. 4). So erhalten wir die uns schon lange bekannte, in ihrem Zusammenhange über den Tapir zum Nashorne von Boas geahnte Hufform des Pferdes mit den so merkwürdig

eingeknickten Volarteilen der Hufplatte, die wir als Eckstreben zu bezeichnen uns gewöhnt haben.

Es wäre nicht ohne Reiz, den genaueren Verhältnissen nachzugehen. Das würde aber den Rahmen dieser Arbeit überschreiten.

Einen unbedeutenden Anhang bilden nur noch die Zehenendorgane der Elefanten und der merkwürdigen Klippschliefer, die den Huftieren sehr nahe stehen. Es kann aber nur das Organ des Elefanten einigermaßen Anspruch auf Einreihung unter die Hufe machen. Eine seitlich und der Länge nach ziemlich stark gebogene Platte — der Elefant ist digitiplantigrad, also noch zwischen Sohlen- und Zehengänger gestellt — umschliesst (volar gesehen) in flachem Bogen eine schmale Sohle, und der Sohle steht ein schmaler nur leicht sohlenwärts vorstossender, derber Ballen gegenüber, der fast ganz in dem grossen Sohlenballen aufgeht und gleichzeitig gegen die Sohle sich relativ scharf absetzt. Dadurch erhalten Platte und Sohle eine mehr isolierte Stellung, wie wir es bei der Krallen angetroffen haben. Entschieden kann man nicht mehr von einer Dreiheit in der hornigepidermalen Phalangenbekleidung sprechen. Vom Hufe der engeren Ungulatengruppe unterscheidet sich der des Elefanten vor allem aber auch durch den Besitz eines echten Dorsalwalles, der die Wurzel der Platte in Form einer Hautfalte deckt. Daraus geht hervor, dass das Phalangenorgan des Elefanten in Wirklichkeit eher einer Krallen als einem Hufe entspricht, wenn man die oben angeführten Gesichtspunkte als Charakteristika eines Hufes gelten lässt.

Bei der Ordnung der Klippschliefer endlich, die ihren Namen von der ausserordentlichen Fähigkeit im Aufwärtsgleiten an senkrechten Felswänden erhalten haben, ist ein Zehenendorgan ausgebildet, das mit dem Hufe gar keine tiefere Übereinstimmung mehr hat. In der Zusammensetzung und Anordnung des Gliedmassenskeletts von Hyrax haben sich die Eigenschaften der primitiven Ungulaten erhalten; und das ist u. a. ein Grund, weshalb man die kleinen plantigraden Tiere als Verwandte der Ungulaten betrachtet. Das Phalangenendorgan dagegen steht weit vom Hufe ab, was ja aus der Sohlengängerschaft ohne weiteres abzuleiten ist. Das Zehenendorgan ist ein typischer Nagel mit so stark reduzierter Sohle, dass man sie (wie beim Menschen) nur mikroskopisch nachweisen kann (M. Weber). Der Ballen ist apikal bis an den freien Rand der Platte verlängert, stösst scheinbar an diesen, zeichnet sich aber entsprechend der Gleitfunktion des Fusses durch sehr starke Verhornung aus. Das ist aber nur eine oberflächliche Ähnlichkeit mit dem Hufe. Im übrigen sind alle drei Ballengruppen (die Zehen-, Sohlen- und Fusswurzelballen) derartig angeordnet, dass sie eine Saugwirkung und damit das Emporklettern an glatten Wänden ermöglichen. Wie der echte Nagel, ist auch der von Hyrax an der Wurzel von einem falzartigen Dorsalwall bedeckt.

Damit haben wir rasch und in den Hauptzügen das Phalangenendorgan bei den rezenten Säugetieren an unserem Auge passieren lassen. Was haben wir dabei feststellen können? Drei Formen des Organs konnten wir beobachten — die Kralle, den Nagel und den Huf: Kralle und Nagel bei Tieren des plantigraden und digitigraden Fussbaues und Hufe beim unguligraden Typus.

Die ursprüngliche Form der Hand und des Fusses ist die plantigrade. Und diese Form trägt Krallen; Krallen, die den Erdboden grabend oder scharrend bearbeiten, die greifend oder einkrallend an Gegenstände sich anheften oder die endlich als Schneidwaffe ihre Funktion ausüben. Eine im Gefolge des Höherwerdens der Gliedmassen eventuell auftretende Digitigradie (also eine Aufrichtung bloss des Mittelfusses) hat auf unser Organ keinen Einfluss: es bleibt als Kralle erhalten. Als solche besitzt es eine zweiteilige Horndüte mit dorsaler Platte und volarer Sohle, einen falzartigen Dorsalwall und einen Ballen, der mechanische und Tastfunktionen etwa in gleichem Grade ausübt.

Aus dieser Form des Phalangenendorganes haben sich in zwei Richtungen neue herausgebildet. In der einen Richtung ist der Nagel entstanden, bei Tieren, welche ein spezifisches Baumleben entwickelten und welche (dank einer Opponierbarkeit der ersten Zehe an Hand und Fuss) Äste zu umgreifen in der Lage sind. Die Sohle hat sich reduziert, und die als Keratingebilde im wesentlichen allein gebliebene Platte dient kaum noch zum Graben oder zu ähnlichen Manipulationen, sie funktioniert als Widerlager beim Greifen oder Abschwingen, während der vergrösserte Ballen — besonders an den Fingern — vorwiegend zum Tastorgan umgebildet erscheint. Und wir belegen ihn nun mit dem besonderen Namen Fingerbeere.

In der anderen Richtung hat sich aus der Kralle der Huf entwickelt: bei Tieren, deren Fussknochen sich derart vollständig aufrichteten, dass sie bis auf das dritte Zehenglied

dem Boden entzogen sind. Unter allgemeiner Verlängerung des Gliedmassenskelettes und unter Rückbildung der seitlichen Strahlen sind so schnellfüssige Tiere entstanden, deren Körperlast allein noch auf der Spitze der Phalangenreihe ruht. Und dieses freie Ende schützt nun ein allseitig und vollständig umfassender epidermaler Hornschuh, der infolge Ausbildung eines festen Hornanteils auch von seiten des Ballens der Kralle gegenüber durch drei Hornelemente sich auszeichnet. Die Hufplatte hat sich mit der Zehenachse aufgerichtet und trägt selbst an der Last mit. Ihre Befestigung an die Unterlage ist durch besondere Hornblättchen gesteigert. Mit Hornsohle und Hornballen ist sie zu einer Einheit verschmolzen, und der Ballen hat sich zu einem reinen Stossbrecher umgeformt.

Diese drei Typen des Phalangenendorganes sahen wir ziemlich streng auf bestimmte Ordnungen der Säugetiere verteilt. Eine Kralle beobachteten wir bei Sohlen- und Zehengängern und zwar bei Kloaken- und Beuteltieren, Insektenfressern, Fledermäusen, Zahnarmen, Nage- und Raubtieren. Ein Nagel kommt den baumbewohnenden Affen zu, einschliesslich des Menschen. Und endlich sahen wir einen Huf bei den Huftieren, soweit sie Spitzengänger sind.

Wir haben aber auch erkannt, dass bei diesen Gruppen im Phalangenorgan selbständige Abweichungen zu Gesicht kommen, die — hervorgerufen durch neue Lebensweise bzw. abgeänderte Fusstellung bei irgendeiner Spezies — zu dieser oder jener anderen Grundform des Endorganes hinneigten. Indessen bedeutet das nicht etwa phylogenetisch eine Brücke zu diesem neuen Typus. Es entstehen also unter dem Einfluss bestimmter neuer Aussenbedingungen Zwischenformen des Organes, die wohl ausserordentlich interessant sind, die als blosse Konvergenzerscheinung aber nichts über Abstammungsverhältnisse aussagen können. Und so kommen wir logischerweise zu dem — alten —

Schlusse, dass das Phalangenendorgan für die Systematik der Säugetiere nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Gleiche Form des Phalangenendorgans bedeutet nur gleiche Beanspruchung des Fusses, aber noch lange nicht Verwandtschaft der Träger. Aus der Form des Organes aber lässt sich untrüglich ein Rückschluss auf die Lebensweise eines Tieres ziehen; eine alte Erfahrung, die schon in dem Sprichworte „Ex ungue leonem“ aus dem 5. Jahrhundert v. Chr. fixiert ist.

Ich gebe mich der Hoffnung hin, es sei in meinen Ausführungen genügend klar zum Ausdruck gekommen, dass, sobald man das Zehenorgan vom vergleichenden Standpunkte aus betrachten will, dasselbe nicht als blosser Hornkörper angesehen werden darf. Diese Anschauung früherer Forscher, die heute noch hier und dort einen Verteidiger findet, ist nicht erschöpfend und deshalb abzulehnen. Die Krallen ist vielmehr ein komplexes Ding, eine Bildung, die in erster Linie ein Hautorgan repräsentiert, eine Bildung aus allen Schichten des Integumentes: der gesamten Epidermis, des Coriums und der Subkutis. Ja sogar die Skelettgrundlage liefert einen wichtigen Bestandteil des anatomischen und physiologischen Ganzen, der besonders in paläontologischer Beziehung für die Beurteilung des Organes von Bedeutung ist, als der einzige Teil, der sich von ausgestorbenen Formen bis auf unsere Tage erhalten hat.

So wird aus dem Zehenendorgan ein topographischer Komplex, ganz analog z. B. einem der höheren Sinnesorgane. Wie etwa beim Auge oder Ohre hat man auch am Phalangenendorgane zwischen Hauptteilen und Hilfsapparaten zu unterscheiden, die genetisch teilweise verschiedenen Keimblättern entstammen.

Schon die alte histologische Definition eines Organes als einer gesetzmässigen und typischen Aneinanderlagerung von zwei oder mehreren Geweben zu einer anatomischen und

funktionellen Einheit spricht grundsätzlich dagegen, nur das Horngelbilde als Kralle auffassen zu dürfen. Bei solcher Definition würden ja die das Keratin produzierenden protoplasmatisch-weichen Epidermizellen der basalen Lagen, die Mutterelemente des Horns, vom Begriffe der Kralle auszuscheiden sein. Dann stünde aber ein solches „Organ“ histologisch noch nicht einmal auf der Stufe eines Gewebes; es handelte sich vielmehr lediglich um ein Abscheidungsprodukt von Zellen — um eine körperliche Aneinanderlagerung von Zellabkömmlingen, die als Ganzes für sich etwas Lebendes nicht repräsentieren kann.

Fassen wir aber das Organ weit und behandeln wir es als ein spezifisches Hautorgan mit seiner Knochengrundlage als Einheit, dann wird es uns möglich, alle Erscheinungsformen desselben in der Reihe der Säugetiere voll würdigen und auch verstehen zu können.

Erklärung der Abbildungen.

Schemen des Plattnagels, des Kuppennagels, der Kralle und des Hufes. Medianschnitt und Volaransicht.

Platte im Schnitt und im freien Rand schwarz voll gezeichnet; Sohle schraffiert; Ballen punktiert; Dorsalwall doppelt konturiert; Skelettgrundlage leicht getönt.

Fig. 1. Plattnagel vom Menschen.

Fig. 2. Plattnagel vom Schimpansen, der auch als Schema für den Kuppennagel dienen kann.

Fig. 3. Kralle vom Hunde.

Fig. 4. Huf vom Pferde.

Literatur.

1. Boas, J. E. V. Ein Beitrag zur Morphologie der Nägel, Krallen, Hufe und Klauen der Säugetiere. *Morph. Jahrbuch*, Bd. 9, 1884, S. 389.
2. Boas, J. E. V. Zur Morphologie der Wirbeltierkralle. *Ebendasselbst*, Bd. 21, 1894, S. 281.
3. Bruhns, Fanny. Der Nagel der Halbaffen und Affen. Ein Beitrag zur Phylogenie des menschlichen Nagels. *Ebendasselbst*, Bd. 40, 1910, S. 501.
4. Eber, A. Beiträge zur Morphologie des Hufes bei Paar- und Unpaarzehern. *Phil. Diss. Leipzig* 1895.
5. Gegenbaur, C. Zur Morphologie des Nagels. *Morph. Jahrbuch*, Bd. 10, 1885, S. 465.

6. Göppert, E. Zur Phylogense der Wirbeltierkralle. Ebendasselbst, Bd. 25, 1898, S. 1.
7. Leisering, A. G. T. Der Fuss des Pferdes. Von Leisering und Hartmann. Dresden 1861.
8. Schlaginhaufen, O. Das Hautleistensystem der Primatenplanta unter Mitberücksichtigung der Palma. Morph. Jahrbuch, Bd. 33, 1905, S. 577.
9. Siedamgrotzky, O. Über die Struktur und das Wachstum der Krallen der Fleischfresser. Bericht über das Veterinärwesen im Kgr. Sachsen f. d. J. 1870, 15. Jahrg., S. 135.
10. Weber, M. Die Säugetiere. Jena 1904.
11. Zietzschmann, O. Zur Anatomie des Hufes vom Pferde. Betrachtungen über die Nomenklatur der Hufhautteile. Berliner tierärztl. Wochenschrift, Bd. 29, 1913, S. 433.
12. Zietzschmann, O. Betrachtungen zur vergleichenden Anatomie der Säugetierkralle. Morph. Jahrbuch, Bd. 50, 1917, S. 433.

Erfahrungen betreffend Rotlaufimpfungen 1917.

Von Dr. F. Bürki in Stettlen.

Da bezüglich Rotlaufimpfungen für den Kanton Bern gedruckte Bestimmungen bestehen, könnte man glauben, dass der Gegenstand so gut abgeklärt sei, dass diesbezügliche Mitteilungen zum voraus überflüssig erscheinen. Es bestehen aber sowohl in bezug auf das Impfverfahren als auch auf die Krankheit selber so verschiedene Variationen und Ansichten, dass ich mit meinen Anregungen hierin einer klärenden Diskussion rufen möchte.

1. Von den unerwünschten tödlichen Komplikationen, die letzten Sommer viel Verdruss verursachten, bin ich bei meinen Impfungen infolge Abwesenheit im Militärdienst während der kritischen Zeit verschont geblieben und möchte deshalb hierorts diesen Punkt nicht näher beleuchten.

2. Akuter Rotlauf und besonders Backsteinblattern traten im Sommer 1917, namentlich im Juli, August und September sehr häufig auf, ich bin versucht, das Verfüttern aller irgendwie verwertbaren Stoffe damit in ätiologischen Zusammenhang zu bringen.

3. Ein Schwein erkrankte vier Tage nach der Kulturimpfung, welcher acht Tage vorher die reine Heil-Serumimpfung vorangegangen war (in einem Bestand mit Backsteinblattern,