

Diss Berlin Thilo von Meier, Ernst Hugo

Aus der Chirurgischen Klinik der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Berlin
(Direktor: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. R. Eberlein).

Über Hoplometrie.

Grundzüge einer systematischen Charakteristik
der Hufformen des Pferdes durch Messung.

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung Der Würde Eines Doctor Medicinae Veterinariae

Der

Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Berlin

vorgelegt von

Ernst Hugo Meier,

appr. Tierarzt aus Berlin.

Mit 31 Textfiguren.



1911

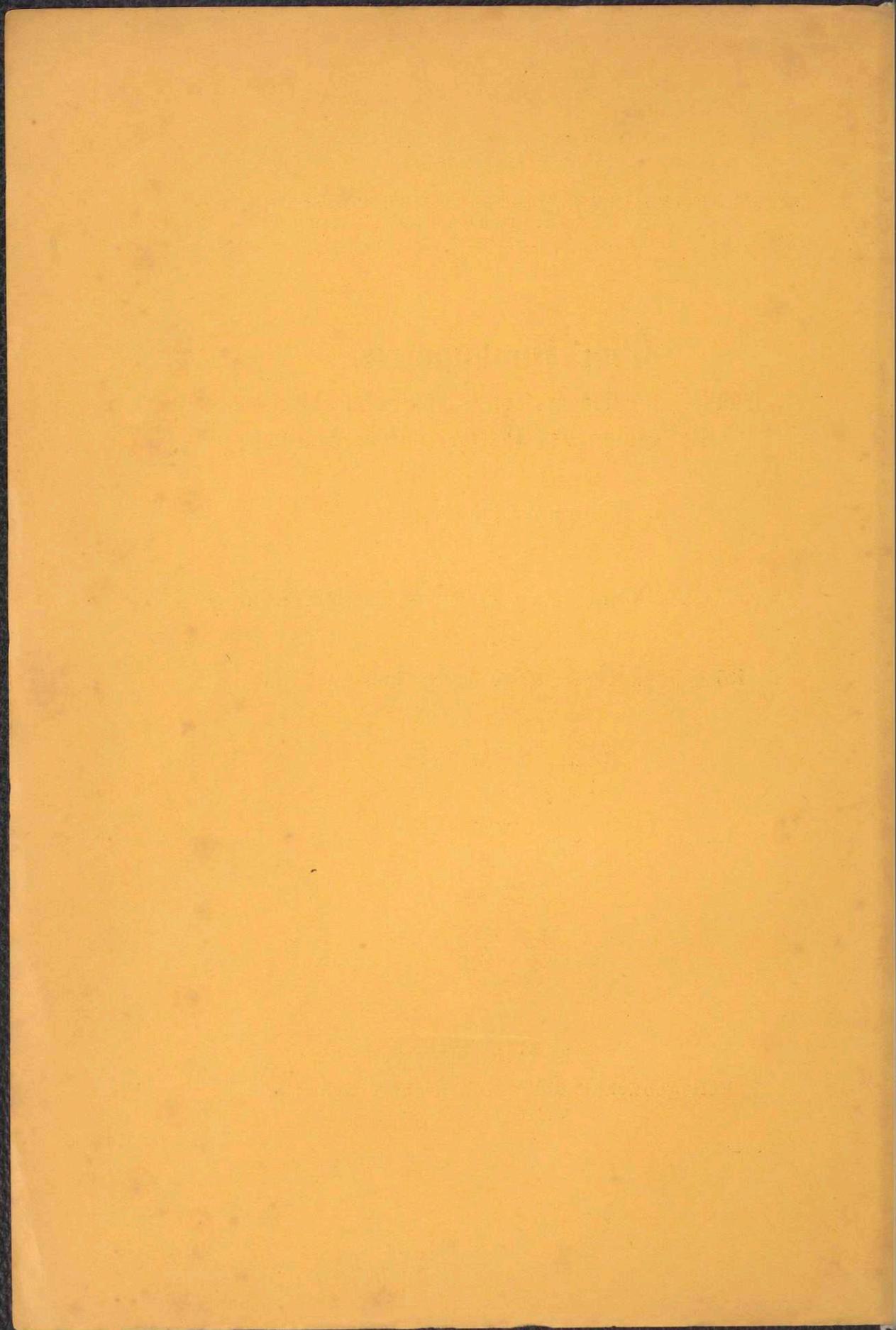


BERLIN 1917.

Verlagsbuchhandlung von Richard Schoetz,
Wilhelmstraße 10.

✓

1955, 71



Aus der Chirurgischen Klinik der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Berlin
(Direktor: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. R. Eberlein).

Über Hoplometrie.

Grundzüge einer systematischen Charakteristik der Hufformen des Pferdes durch Messung.

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung Der Würde Eines Doctor Medicinae Veterinariae

Der

Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Berlin

vorgelegt von

Ernst Hugo Meier,

appr. Tierarzt aus Berlin.

Mit 31 Textfiguren.



1911

BERLIN 1917.

Verlagsbuchhandlung von Richard Schoetz,
Wilhelmstraße 10.

✓

Gedruckt mit Genehmigung der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Berlin.
Referent: Professor Dr. R. Eberlein.

Die vorliegende Dissertation stellt nur einen Teil der Arbeit dar,
die vollständig in Buchform im Verlage von Richard Schoetz, Wilhelm-
straße 10, erschienen ist.

Inhalt.

	Seite
1. Einleitung	1
2. Geschichte	7
3. Eigene Untersuchungen	29
4. Instrumentarium und Technik	45
5. Die Berechnung hoplometrischer Größen	79
6. Zusammenfassung	90
7. Literatur	92

Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Eberlein
zugeeignet.

Einleitung.

Wesen und Aufgabe einer Hoplometrie. Seit einigen Jahren neben meiner praktischen Tätigkeit mit Untersuchungen über die Statik und Mechanik des Hufbeins bei Stellungsanomalien beschäftigt, sah ich mich vor die Notwendigkeit gestellt, mich mit der Form der Hufe, deren Hufbeine ich untersuchen wollte, auf das Genaueste auseinanderzusetzen.

Hierzu reichte eine beschreibende Methode, wie sie allein in der einschlägigen Literatur üblich war und noch ist, nicht aus, sie mochte im Ausdruck noch so sorgfältig und anschaulich sein. Vielmehr sah ich mich auf den Weg metrischer Feststellungen gedrängt und konnte nicht umhin, festzustellen, daß es eine exakte wissenschaftliche Morphologie des Hufes nicht gibt.

Die gewaltige Literatur auf diesem Gebiete bedient sich quoad formam, von den einfachsten metrischen Versuchen abgesehen, lediglich des sprachlichen Ausdrucks. Daß diese Art der Charakteristik nicht ausreicht, wird jedem, der sich mit einschlägigen Untersuchungen beschäftigt, zur Gewißheit, und er wird zu der Überzeugung gedrängt, daß eine wissenschaftliche Morphologie des Hufes nur eine metrische sein kann, grade so wie eine wissenschaftliche Kraniologie in der Humanmedizin eine metrische geworden ist.

Die bezeichnete Lücke in unserer Wissenschaft ist um so auffallender, als die Literatur über Hufkunde eine ungeheure, andererseits das Verlangen nach einer Hufmeßkunst, wie wir aus den späteren geschichtlichen Betrachtungen sehen werden, ein altes ist

und das Bedürfnis nach metrischen Feststellungen (linearen oder Winkelmessungen) bis in die neueste Zeit immer wieder durchbricht. Was aber hierin bis jetzt vollbracht wurde, kann, von wenigen Ausnahmen abgesehen, den Forderungen einer wissenschaftlichen Methode nicht genügen, deren systematischen Ausbau ich deshalb zum Ziele vorliegender Arbeit gemacht habe.

Benennung. Dem zu entwickelnden System habe ich den Namen „Hoplometrie“ gegeben. Aus praktischen Gründen, um das neue Gebiet, wenn ich so sagen darf, leichter in den wissenschaftlichen Verkehr zu bringen; aus Billigkeitsgründen, weil man einem neuen, mehr oder weniger abgerundeten, wissenschaftlichen System eine besondere Bezeichnung zuzuerkennen wohl berechtigt ist. Der Name „Hoplometrie“¹⁾ ist nicht neu, ich fand ihn das erste Mal in etwas anderer Bedeutung von Prinz (1843) gebraucht (Näheres s. Kapitel Geschichte). Er ist auch nicht besonders klangschön. „Podometrie“ klingt besser, auch ist Podometrie im Sprachgebrauch geläufiger. Trotzdem blieb ich dabei, da es korrekter ist, ein System, welches sich nur mit dem Hufe (Hornschuh der Einhufer) befaßt, Hoplometrie, als zu anspruchsvoll und anatomisch falsch Podometrie zu nennen. Hoplometrie ist eben etwas anderes als Podometrie. Ersteres stellt nur einen Zweig von letzterem dar; denn wir werden später einmal gezwungen sein, hinsichtlich der statischen und mechanischen Vorgänge am Fuße des Pferdes, insbesondere bei Stellungsanomalien, von einer Podometrie zu sprechen. Der von Flusser (s. Kapitel Geschichte) für seine metrischen Versuche gewählten Bezeichnung „Onychometrie“²⁾ trete ich aus etymologischen Gründen nicht bei.

Berechtigung einer Hoplometrie. Es wird vielleicht der Versuch gemacht werden, der Hoplometrie eine Berechtigung abzusprechen oder ihre Bedeutung herabzusetzen. Demgegenüber sei festgestellt, der historische Teil wird näher darüber Aufschluß geben, daß seit Bourgelat bis in die neueste Zeit nicht aufgehört worden ist, unter welchem Gesichtspunkt es auch sei, das Problem einer Hufmeßkunde der Lösung näher zu bringen. Die Berechtigung hierzu wird also durch die Geschichte schon erwiesen. Außerdem kann

1) ἡ ὀπλή, ἦς, der Huf, die Klaue, eigentlich der ungespaltene Huf des Pferdes und Esels.

2) ὁ ὀνυξ, χος, vorwiegend der gespaltene Huf, Klaue, Krallen der Vögel und Raubtiere.

man sich nicht verhehlen, daß die Darstellung der Hufkunde und Beschlagslehre für Tierärzte, Schmiede und Landwirte eine weitgehende Übereinstimmung zeigt, die der Vorbildung und Ausbildung dieser Standesgruppen durchaus nicht entspricht. Unsere bisherige Formenlehre, aus den Bedürfnissen des Schmiedes entstanden, kann nur diesen befriedigen, nicht den Tierarzt, ihr fehlt die wissenschaftliche Anschauung und Sprache. Hierzu wird die Hoplometrie eine Handhabe bieten und gleichzeitig zeigen, daß auf manchem anderen Gebiete der Hufkunde der wissenschaftlichere Ausbau noch vollzogen werden kann.

Bisherige Methode. Wie gesagt, liegen bislang die Mittel der Morphologie des Hufes fast lediglich im sprachlichen Ausdruck. Kämen zur Charakteristik der Hufformen in den betreffenden Lehrbüchern nicht vorzügliche Abbildungen, sähe es mit der Rekonstruierbarkeit der Gestalt im Geiste und in der Wirklichkeit übel aus. Wenn beispielsweise der Umfang des Tragerandes „annähernd kreisförmig, gleichmäßig rund oder gebogen, spitzrund, länglichrund oder mäßig stark gekrümmt“ geschildert wird, wenn diese Wand „schräg, schräger, sehr schräg, jene steil, steiler, sehr steil, gebogen, geneigt, umgelegt, vorgewölbt, eingeknickt, gestaucht, verdreht, gedreht, eingezogen“, andere „zu niedrig oder zu hoch“, wieder andere Formen oder Teile „groß oder klein, eng oder weit“ in sämtlichen Komparationsgraden, diese Kontur „wenig gewölbt, höher gewölbt“, jene „schmal, eng, verhältnismäßig eng, lang oder länglich“, manche wieder „verschoben“ sind, so erfahren wir zwar mancherlei und doch schließlich für den speziellen Fall ohne Abbildung nichts. Am unglücklichsten nehmen sich die Beschreibungen der Krümmungsverhältnisse aus. „Kreisform, Herzform, Eiform“ u. a. müssen der Anschaulichkeit den nötigen Anhalt geben, ohne dabei auch nur einigermaßen präzise zu sein. Hier sollen die Mittel der Hoplometrie bessernd einsetzen.

Die neue Methode. Der Methode muß ein einheitlicher Zweck zugrunde liegen, der kein praktischer zu sein braucht, aber ein wissenschaftlicher sein muß. Die Wissenschaft geht ihren eigenen Weg. Grenzen sind ihr nicht gezogen. Wieviel sich für die Praxis daraus ableiten läßt, ist eine andere Sache und kommt erst in zweiter Linie in Frage. Aber oft deckt die per se geübte Wissenschaft ungeahnte Zusammenhänge auf und schafft so Resultate, die für den Praktiker von größtem Werte sind. Fast alle bis-

herigen Messungen am Hufe verfolgten Sonderzwecke, seien es lineare Messungen, bloß zur Feststellung gewisser Längen, Breiten, Höhen oder Dicken der Wand, seien es Winkelmessungen, welche lediglich die Neigungsverhältnisse verschiedener Wandabschnitte zum Ziele hatten. Niemals ist der Versuch gemacht worden, die gesamte Gestalt des Hufes unter einheitlichem Gesichtspunkte metrisch zu erfassen. Auf jenen Wegen war es nicht möglich, zu einer Methode zu gelangen, weil keine einheitliche wissenschaftliche Idee zu Grunde gelegt wurde. Man muß tiefer greifen und höher zielen als bisher und dieses höhere Ziel ist schließlich die Darstellung der gesamten Hufform mit Methoden, die die Aufklärung statischer und mechanischer Vorgänge, deren wissenschaftliche Deutung zur Zeit noch ungeklärt ist, möglich machen. Man wird damit dann auch diejenigen befriedigen, die einen wissenschaftlichen Weg vorwiegend vom praktischen, teleologischen Standpunkt aus betrachten.

Wenn nun eine metrische Methode die bisherige beschreibende ersetzen oder gar sie übertreffen soll, so muß sie imstande sein, vom Objekte ein derartig genaues stereometrisches Bild zu geben, daß beispielsweise ein Konstrukteur in der Lage wäre, an der Hand der vorhandenen Maße das Objekt mit allen wesentlichen Einzelheiten zu rekonstruieren. Jede Verschiedenheit der Form, gegeben in der Lage der Meßpunkte und Begrenzungslinien, muß genau wiedergegeben werden können. Man wird zugeben, daß dazu keine noch so beredte Schilderung in Worten imstande wäre. Voraussetzung ist jedoch, daß die zugrundeliegende mathematische Anschauung einwandfrei und ihre Anwendung auf den Huf möglich ist; ferner, daß die nötige Genauigkeit in der Anwendung mathematischer Begriffe herrscht. Das erscheint zwar selbstverständlich, doch zeigt die Geschichte, wie diese Genauigkeit häufig fehlt, daß beispielsweise die Höhen und Längen der Wandungen in Wort und Tat durcheinandergeworfen werden.

Die zweite Hauptforderung ist eine möglichst gänzliche Ausschaltung des Augenmaßes; grobe Ungenauigkeiten sind sonst auch für den Geübtesten unvermeidlich. Es sind vielfach Messungen, beispielsweise von den „breitesten Punkten des Tragerandes“ aus, vorgenommen worden. Niemand gibt aber an, wie diese breitesten Punkte gefunden worden sind. Da sie nur mit dem Augenmaße genommen sein können, nimmt es nicht Wunder, wenn zwei Autoren,

obwohl sie mit gleicher Methode arbeiten, verschiedene Ergebnisse erhalten. Da es aber nicht möglich sein wird, das Augenmaß gänzlich auszuschalten, so soll es wenigstens kraft geeigneter Maßnahmen auf ein Minimum von Fehlbarkeit herabgedrückt werden. Die sowieso sich einstellenden, praktisch unvermeidlichen kleinen Ungenauigkeiten sollen auch die einzigen sein.

Drittens muß die Methode auf alle (physiologischen) Hufformen gleich gut anwendbar sein. Ich glaube sagen zu können, daß sich das neue System im weiteren Ausbau auch auf pathologische Formen (krankhafte Schiefhufe), die nicht in den Rahmen vorliegender Arbeit gehören, übertragen läßt. Wenn ferner für eine Hufmeßkunde der tote Huf stets das günstigste Objekt sein wird, so muß das Verfahren auch die Anwendbarkeit am lebenden Tiere zulassen. Diese Möglichkeit liegt vor. Es wird sich bei Messungen am lebenden Tiere selten oder nie um Abnahme sämtlicher Maße zur umfassenden Darstellung seiner Form handeln, sondern meist nur um Abnahme weniger zur Feststellung dieser oder jener Eigentümlichkeit. Der Vorteil der Methode liegt auch darin, daß man aus einer Anzahl gemessener Größen die übrigen rechnerisch feststellen kann, für das lebende Objekt ein entscheidender Vorteil.

Das spezifisch Neue im System. Dreierlei ist bei dem zu entwickelnden Meßverfahren für die Hufkunde spezifisch neu. Einmal die Einführung von Kurvenmassen. Die besten linearen oder goniometrischen Feststellungen geben noch kein anschauliches Bild von der Form eines Hufes. Was für das Auge diesen Huf bodeneng, bodenweit oder diagonal schief, jenen zum Vorder- oder Hinterhuf stempelt, sind die Krümmungsverhältnisse der Hufwandungen, wie sie sich am Kronen-, besonders aber am Tragerande darbieten. Durch Messung dieser Begrenzungskurven kommt in das ganze Verfahren erst plastische Anschauung und gestattet nun erst die genaue Unterscheidung eines Hufes von allen anderen durch Messung.

Zweitens interessieren den Messenden weder wissenschaftlich noch praktisch in erster Linie die absoluten Zahlenwerte. Dieselben bekommen erst Bedeutung dadurch, daß sie zur Aufstellung relativer Größen benutzt werden. So wurden aus verschiedenen Gruppen von Maßen prozentuelle Verhältniszahlen (Indices) gewonnen, die die Zusammenfassung gleichartiger Bildungen zu

Typen erst ermöglichten. Ich bin in diesen beiden Punkten dem Vorbilde der menschlichen Kraniologie gefolgt.

Drittens ist das den Huf umgebende Netz von Meßpunkten und Maßlinien vermittelt weniger einfacher grundlegender Gedanken in Beziehung gebracht worden zur Zehenachse resp. Zehenachsebene (der durch die Zehenachse in sagittaler Richtung gelegt gedachten Ebene). Für die Belastungsvorgänge an den seitlichen Wandabschnitten kommen vom statischen und mechanischen Standpunkte im wesentlichen nur die Entfernung der Stützpunkte lateral oder medial von der Zehenachsebene in Betracht. Hierin liegt eine Vorwegnahme von Anschauungen, die bei den Untersuchungen über Statik und Mechanik gewonnen wurden. (s. auch Teil 3.) Durch die Projektion der seitlichen Meßpunkte auf diese Ebene ist nicht nur mit den einfachsten Mitteln die Möglichkeit zum Aufbau des zu entwickelnden Liniensystems gegeben, sondern die Maßzahlen der gewählten Punkte können auch ohne weiteres zur Lösung statischer und mechanischer Fragen benutzt werden.

Die Zahl aller an einem Hufe zur Bestimmung seiner Form bis jetzt in Anwendung gebrachten Messungen beläuft sich auf 72, eine scheinbar sehr große Zahl im Vergleiche zum Althergebrachten, eine kleine Zahl im Verhältnis zu den metrischen Möglichkeiten, die im System zwecks weiterer Lösung von Einzelproblemen liegen, eine winzige Zahl endlich im Verhältnis zur kraniometrischen Analyse, der allein über 5000 Linearmaße zur Darstellung einer Schädelform zur Verfügung stehen.

Dieser als Dissertation genehmigte Teil meiner Arbeit, die in vollständiger Form als Monographie im Verlage von Richard Schoetz, Berlin, Wilhelmstraße 10, erschienen ist, ist hervorgegangen aus der chirurgischen Klinik der Königlichen Tierärztlichen Hochschule zu Berlin auf Anregung von Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Eberlein. Ich spreche demselben für die Anregung zu diesem Thema, sowie für die Anteilnahme beim Ausbau der Arbeit meinen aufrichtigsten Dank aus.

Die Verquickung des Stoffes mit der Mathematik brachte es mit sich, daß hier und da fachmännische Kontrolle nachgesucht wurde. Ich sage Herrn Dr. ing. W. Grabe für sein bereitwilliges Entgegenkommen meinen ergebensten Dank.

Geschichte.

Die Geschichte gibt uns Aufschluß über die mannigfachen Versuche, die gemacht worden sind, der Hufform des Pferdes mittelst Strohhalme und Holzspan, mit Bandmaß, Winkelmaß und Zirkel, mit Mathematik und Physik für Theorie oder Praxis morphologisch etwas abzugewinnen und rechtfertigt das Verlangen nach einer grundlegenden wissenschaftlichen Meßkunde auf das Schlagendste. Nicht berücksichtigt wurde in diesem Teile die besondere Literatur über den Hufmechanismus. Die große Zahl ihrer Arbeiten hat mit einer methodischen Morphologie des Hufes nichts zu tun.

Die aufgefundenen Anfänge einer Hufmessung gehen auf Bourgelat (3 u. 4) [1813, 1818] zurück. Seine metrischen Feststellungen an Hufen nehmen im ersteren der genannten Werke (3) einen breiten Raum ein. Sie bilden als älteste Aufzeichnungen dieser Art das wichtigste Kapitel für die Geschichte der Hufmeßkunde überhaupt und kennzeichnen die hohe Bedeutung, die Bourgelat der methodischen Hufmessung beigelegt hat. Seine interessanten Feststellungen, welche die Proportionen von Körperhöhe und Hufdimension zur Grundlage haben, lassen sich am übersichtlichsten in Form einer Tabelle wiedergeben, welche ich nach seinen Angaben zusammengestellt habe. Bourgelat geht dabei aus von einem Pferde „de la taille d'un mètre soixante-trois centimètres (cinq pieds) en qui les membres et toutes les pièces articulées qui les complètent seroient dans le rapport le plus parfait“ (l. c. S. 107—108). Und zwar beziehen sich seine Angaben „non sur un ongle qui n'ayant jamais porté de fer, auroit éprouvé de la part du sol des atteintes qui en auroient inévitablement altéré la forme et les mesures naturelles (l. c. S. 115), mais sur un pied vraiment beau et paré comme il doit l'être quand il est ferré selon l'art, peut nous donner les plus grandes lumières; elle nous servira dès à présent de guide dans l'examen auquel nous voyons obligés.“

Unter „größter Länge“ des Hufes versteht Bourgelat das Maß vom vordersten Punkt des Zehenrandes „à partir d'une ligne qui appuyée sur l'un et l'autre talons, traverserait le vide de la bifurcation de la fourchette,“ also die Projektion der größten Huflänge (Zehenrandspitze bis zum hintersten Trachten- oder Ballenpunkt) auf die Bodenfläche (s. Tabelle Reihe 3). Die größte Breite mißt er „d'un côté à l'autre, au plus saillant,“ (s. Tabelle

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
	Körper- höhe	Tragerand		Kronenrand		Höhenmaße			Projizierter Kronenrand, sein Abstand v. Tragerand an der			
	Huf- breite	Huf- länge	Breite	Länge	Zehe	Seite	Tracht	Zehe	Seiten- mitte	3,3 cm vor der Tracht	an der Tracht	
Vorderhufe	1,63 m	12 cm	14 cm	11 cm	11 cm	5,9 cm	4,4 cm	1,8 cm	5,2 cm	0,9 cm	0,0 cm	+1,3 cm
	1,57 "	11,2 "	13,4 "	10,4 "	10,4 "	5,5 "	4,1 "	1,7 "	5,0 "	0,9 "	(Wand	+1,2 "
	1,52 "	11,0 "	13,2 "	10,2 "	10,2 "	5,4 "	4,0 "	1,7 "	4,8 "	diminuant	also	
	1,47 "	10,6 "	12,5 "	9,8 "	9,8 "	5,3 "	3,8 "	1,6 "	4,6 "	insensiblement	hier	cette
	1,41 "	10,6 "	11,8 "	9,0 "	9,0 "	4,8 "	3,6 "	1,5 "	4,4 "	jusqu'à	senkrecht)	se trouve
	1,36 "	10,0 "	11,8 "	9,0 "	9,0 "	4,8 "	3,6 "	1,5 "	4,3 "			réduite
	1,30 "	8,2 "	11,0 "	8,8 "	8,8 "	4,5 "	3,4 "	1,4 "	4,0 "	0,6 cm		+1,0 cm
Hinterhufe	1,63 m	12,2 cm	14,8 cm	11,0 cm	12,8 cm	6,7 cm	4,8 cm	4,8 cm	6,0 cm	ohne Angaben		
	1,57 "	11,7 "	14,4 "	14,4 "	12,0 "	6,5 "	4,6 "	4,6 "	5,2 "	"	"	
	1,52 "	11,3 "	14,1 "	14,1 "	11,9 "	6,3 "	4,4 "	4,4 "	5,1 "	"	"	
	1,47 "	10,9 "	13,3 "	13,3 "	11,4 "	5,9 "	4,3 "	4,3 "	4,9 "	"	"	
	1,41 "	10,2 "	12,5 "	12,5 "	10,6 "	5,7 "	4,2 "	4,2 "	4,8 "	"	"	
	1,36 "	10,1 "	12,4 "	12,4 "	10,4 "	5,6 "	4,0 "	4,0 "	4,6 "	"	"	
	1,30 "	9,6 "	11,8 "	11,8 "	10,2 "	5,2 "	3,8 "	3,8 "	4,4 "	"	"	

In den zu Lebzeiten Bourgelats erschienenen Ausgaben seines Werkes sind die Angaben nur nach Zollmaßen enthalten. Soweit erforderlich, wurden zur Umrechnung folgende Maße benutzt:

- 1 Par. Fuß = 12 Zoll = 144 Lin. = 0,32484 m = 32,484 cm,
 5 " " also = 162,420 cm (Bourgelat gibt rd. 163 cm an),
 1 " Zoll = 2,7 cm, 1 Linie = 2,25 mm.

Reihe 2 u. 4) sowohl an Trage- wie Kronenrand; die größte Länge der Krone aber durch die „distance de sa partie antérieure à la partie la plus saillante du talon“ (s. Tabelle Reihe 5). Die senkrechte Höhe der Zehenwand „est mesurée du milieu de la partie antérieure et la plus élevée de la couronne jusqu'au sol;“ (s. Tabelle Reihe 6). Die Angabe über Abnahme der seitlichen Höhe lautet: „on la prend au droit du milieu de la couronne entre le talon et la partie antérieure“ (s. Tabelle Reihe 7).

In geschickter Weise umgeht B. das schwierige Problem der Winkelmessungen, indem er sich zur Feststellung der Neigungsverhältnisse der verschiedenen Wandabschnitte der Lote bedient, die er von den betreffenden Punkten der Krone auf die Bodenfläche fällt und den Abstand der Fußpunkte der Lote vom Tragerande mißt. Technisch wird B. so verfahren sein, daß er am Tragerande einen Winkel senkrecht angelegt hat und dessen Abstand von den

betreffenden Punkten gemessen hat. Im Original lautet es: „l'inclinaison du contour antérieur, vu de profil, sera telle, que, si on la prolongeait sur le terrain, on trouveroit cinquante-deux millimètres de longueur entre l'aplomb (s. Tabelle Reihe 9) du sommet de la couronne et le point où attendroit sur le sol l'extrémité de la pince, au moyen de cette prolongation: ce contour doit s'approcher ensuite insensiblement et de plus en plus de la verticale, de manière à n'être incliné (s. Tabelle Reihe 10) au droit du milieu de l'assiette, vue latéralement, que de neuf millimètres et à perdre toujours imperceptiblement jusqu'à environ trente-trois millimètres de l'extrémité des talons, où il devient verticale (s. Tabelle Reihe 11), et de là s'incline en arrière à tel point, qu'au droit des talons l'aplomb du contour (s. Tabelle Reihe 12) de la couronne dépasse de treize millimètres le point d'appui du talon sur le sol.“ Eine anschaulichere Schilderung kann man sich kaum wünschen. Auffallend ist, daß Bourgelat über die Körperhöhe von 1,63 m nicht hinausgeht. Er benutzt seine Messungen zu praktischen Schlüssen auf die Güte des Hufes, je nachdem derselbe die angegebenen Ausdehnungen erreicht oder nicht, auf die Güte des Pferdes und auf die Möglichkeiten eines guten Beschlages. Seine Folgerungen, mehr oder weniger anfechtbar, interessieren uns weniger als die für seine Zeit sehr genaue Ausführlichkeit seiner Messungen, die wir in gleichem Reichtum in der Literatur nicht wieder antreffen. Auf die grundsätzlichen Fehler seiner Messungen betreffs größter Breite und größter Länge gehe ich später ein, wo eine allgemeine Auseinandersetzung über diesen Punkt stattfinden muß. Es soll noch erwähnt werden, daß Bourgelat durch Einbrennen von Marken auf die Hufwand unter der Krone und Messen ihres fortschreitenden Abstiegs sich über den natürlichen Nachwuchs des Hornes Klarheit verschaffte: „l'ongle accroit dès son principe, et non par son extrémité“ (1. c. Kap. XVI). Er war wohl der erste, der dies erkannte und diese Messungen anstellte.

Von deutschen Autoren habe ich die ersten Angaben über Hufmaße bei Naumann (41, 1828) gefunden, welcher, wie zur Messung der Proportionen des ganzen Körpers, so auch des Hufes sich als Grundmaß der Länge des Kopfes bedient. Dieselbe wird in Primen ($= \frac{1}{3}$), in Sekunden ($= \frac{1}{9}$), in Terzien ($= \frac{1}{27}$) geteilt und ergibt für den Huf die Dimensionen:

	Vorderhuf	Hinterhuf
Breite der Krone von vorn	1 Sek. 10 Terz.	— Sek. — Terz.
Seitenbreite derselben	1 " 12 "	1 " 16 "
Hintere Breite derselben	— " — "	1 " 12 "
Die Länge des Hufes von der Krone bis zur Zehe	1 " 6 "	1 " 8 "
Die Vertikalhöhe des Hufes	1 " 0 "	1 " 2 "
Die Breite des Hufes unten auf dem Boden	1 " 12 "	1 " 12 "
Die Länge des Hufes von der Zehe bis zum Ballen	1 " 18 "	1 " 22 "

Eine kritische Besprechung des Verfahrens Bourgelats finden wir bei Jauze (28, 1834). Während er ihm das wissenschaftliche Verdienst läßt, als „erster wirkliche Verhältnisse des Hufes bezeichnet zu haben“ und „von allem, was gesagt worden ist und welches bis dahin über den Hufbeslag zerstreut war, nichts unbemerkt gelassen“ zu haben, weist er jedoch auf die Unbrauchbarkeit der die Körpergröße zum Vergleich nehmenden Messungen hin und betrachtet bei seinen eigenen Bestimmungen nur die Maße des Hufes für sich allein. „Nichts ist schwerer, als richtige Verhältnisse für den Huf anzugeben,“ bekennt er hierbei offen, „weil dieser Teil in seiner Form und in seinem Umfange unendlich verschieden ist.“ Er nimmt Verhältnisse der Huflänge zur Hufbreite und findet das Längenmaß (wie Bourgelat) „durch den Zwischenraum, welcher zwischen der Querlinie, die den vorderen und unteren Rand der Zehe und der Parallellinie, die das hintere Ende der Trachten berührt, entsteht“ (l. c. Art. 27, pag. 215); gemeint ist wieder die Projektion der größten Huflänge (von der Zehenwandspitze bis zum hintersten Trachtenpunkte) auf die Bodenebene. Diesen Zwischenraum teilt er in 5 gleiche Teile und benutzt $\frac{1}{5}$ als Maßeinheit. Diese Maßeinheit teilt er noch in 16 „Punkte“ und stellt als Muster für den Vorderhuf eines fünfjährigen mehrfach beschlagenen Militärpferdes von 5 Fuß Größe eine größte Breite von 3 Maß und 12 Punkten fest, d. h. nicht anderes, als Länge und Breite verhalten sich ungefähr wie 5:4. Der Hinterhuf ist nach ihm, im Verhältnis zu seiner Breite, weit länger als der Vorderhuf. Er teilt die größte Länge hier in 6 Teile, jeden zu 16 Punkten und verwendet $\frac{1}{6}$ als Maßeinheit und benutzt seine Resultate, um „die den verschiedenen

Hufeisen zu gebenden Dimensionen zu bestimmen.“ Man wird Jauze, der Bourgelat übertreffen wollte, nicht zugeben können, etwas Besseres oder überhaupt Brauchbares geliefert zu haben, nur die Geschichte hat noch Interesse an seinen Ideen.

Wie sehr die äußere Gestalt des Hufes die Autoren schon damals zu mathematischer Vergewaltigung veranlaßte, zeigt sich in der *Hippodonomia* Bracy Clarks (7, 1832). Er stellt sich in Gegensatz zu der bisherigen Anschauung (7, S. 22 ff), daß der Huf von „kegelartiger Form“ sei. Er wendet mehrere Druckseiten in großem Quartformat auf und liefert einige Abbildungen dazu, um als erster zu beweisen, daß der Huf die Gestalt „eines Zylinders“ habe, er stellt diese Form auch als die allein naturnotwendige hin. Als Hauptbeweismittel führt er die parallele Richtung der Hornblättchen an der Innenseite des Hornschuhs an: „Wäre seine innere Oberfläche kegelförmig, so hätten solche, um den Huf nach unten zu auszufüllen, auseinandergehen müssen.“ Die scheinbar kegelförmige Gestalt stellt er als Ausnahme, als „Abirrungen in den niederen Teilen“ hin. Er spricht des weiteren noch davon, daß der Huf „am dicksten und stärksten an seinem vorderen Teil oder der Zehe ist und in der Regel dünner wird, wie er an Höhe abnimmt.“ Maße gibt er nicht an. Seine Bemühungen überzeugen nicht und machen wie gesagt, nur auf das Gewaltsame aufmerksam, das in der rein stereometrischen Lösung der angeführten Probleme liegt.

Im Jahre 1843 erscheint von Prinz (45) eine Arbeit, deren vollständiger Titel lautet: „Die Hoplometrie, oder das Hufbeschlag-Maßnehmen mit besonderer Berücksichtigung des von Riquet empfohlenen Verfahrens.“ Sie findet hauptsächlich deswegen Erwähnung, weil hier zum ersten Male das Wort Hoplometrie auftaucht, welches auch ich für den Gegenstand vorliegender Arbeit gewählt hatte, selbstverständlich in ganz anderem Sinne wie dort. Das Wort tritt für eine harmlose Sache bald so anspruchsvoll auf, wie das von dem schwedischen Offizier Ewerlöff (26) erfundene Podometer, bestehend aus einer durchbrochenen Eisenblechplatte, welche auf die Bodenfläche des aufgehobenen Hufes aufgelegt, gestattet, den Tragerand desselben aufzuzeichnen.

Nach Angaben, die ich zuerst bei Hertwig (24, 1842) gefunden habe, hat Nüsken (42) um das Jahr 1823 das erste verstellbare Hufmaß erfunden. Uns interessiert die Methode, welche ihr Be-

gründer in der zitierten Schrift nieergelegt hat, nicht so sehr, als das messende Instrument. Es besteht „aus 7 beweglichen und miteinander vergliederten Stücken, die Verbindungsteile und Befestigungsmittel abgerechnet“ und dient der Abnahme des Bodenrandes. Die großen Hoffnungen, die der Erfinder auf sein Instrument setzte, sind nicht erfüllt worden.

Gleichfalls der Abnahme des Bodenrandes dient das Podometer Riquets (47, 1840). Es ist aus vielen kleinen ovalen gleich großen und untereinander straff beweglichen Metallplättchen scharnierkettenartig zusammengesetzt, welche, auf den Tragerand des Hufes gelegt, durch radiär verlaufende Metallarme (Kulissen) in der Lage gehalten werden können. Das Instrument wird ebenfalls niemals wissenschaftlichen Messungen am Hufe genügen können; es diente nur dem praktischen Zwecke einer Idee, die wenig Anerkennung gefunden hat.

Während die bisher besprochenen Podometer nur Hufeisenmaße sind, stellte sich Sticker (52, 1836) eine bedeutende klinische Aufgabe mit Hilfe eines ebenfalls Podometer genannten Meßapparates. Verfasser schildert das „Einfallen des Hufes“, sogenanntes „Schwinden, Engerwerden des Fußes“ unter der Krone bei der chronischen Hufgelenksentzündung. Ich lasse die Erörterung über den diagnostischen Wert dieser Feststellung außer Acht. Uns interessiert nur die Methode der Feststellung der genannten Verengung. Er benutzt einen nach dem Prinzip der Schiebelehren konstruierten Apparat, dessen Meßschenkel aber zur bequemeren Unterbringung einklappbar sind. Er legt den Apparat von vornher (frontal) zunächst unterhalb der Krone um den gesunden Huf und mißt dessen maximale Breite, um darauf das gleiche mit dem unter der Krone eingefallenen Huf vorzunehmen. Der metrische Unterschied soll das Kriterium für genannte Krankheit ergeben. Weitere Einzelheiten, Messungsergebnisse usw. fehlen. Was das Verfahren für die Geschichte der Hoplometrie interessant macht, ist, daß es wohl den ersten rationellen Versuch darstellt, maximale Breitengrößen an oder unter der Krone zu erhalten, was mit der genannten Lehre, vorausgesetzt, daß der Apparat genau frontal angelegt wird, tatsächlich erreicht wird. Ich rücke das in Gegensatz zur Messung an gleicher Stelle mit dem Greifzirkel, der keine maximalen Breiten ergibt, sondern eine Diagonale zwischen den Punkten maximaler Breite mißt.

In das Gebiet des Hufbeschlagsmaßnehmens fällt auch das von Gross (19, 1869) geübte Verfahren, mit Hilfe eines $1\frac{1}{2}$ Linien, d. h. etwa 4—5 mm dicken und breiten auf den Tragerand der Bodenfläche gelegten Bleistreifens, den Beschlag auf kaltem Wege und im Hause des Besitzers zu ermöglichen.

Tscherning (55, 1844) macht in seinen anatomisch-physiologischen Bemerkungen über die Pferdezehe die bekannten Angaben über Winkelung der Zehenwand des Vorder- und Hinterhufes (45—55 °) und sagt dann aus, daß der „Hinterhuf in der Mitte seiner unteren Fläche ebenso breit sei als der Vorderhuf; hieraus folge“ (in Anbetracht der Winkelung), „daß sein oberer Teil von der einen Seite zur andern breiter als der des Vorderhufes ist“. Messungen in dieser Richtung macht Verfasser nicht.

Eine vorwiegend klinische Aufgabe finden wir auch angerührt bei Brauell (5, 1854), der über das bei den mitgeteilten Messungen benutzte Instrument mitteilt: es ist „ein Zirkel, welcher mit einem in Millimeter geteilten Gradbogen und Nonius versehen war“. Eine Abbildung findet sich nicht, und die Ergebnisse seiner Messungen sind ohne Bedeutung für das vorliegende Thema. Eine ähnliche Aufgabe stellt sich Brauell, um die Beschleunigung des Hornwachstums durch Einreibung verschiedener Salben an der Krone festzustellen. Die Mitteilungen erstrecken sich nur auf lineare Messungen in der Richtung der Hornröhrchen und sind für eine Morphologie des Hufes ohne Bedeutung. Das zu diesen Messungen benutzte, nicht näher beschriebene und nicht abgebildete besondere Instrument soll die Ablesung von zehntel Millimetern gestattet haben.

Zu welchen merkwürdigen Vergleichen die Konturen des Hufes benutzt wurden, zeigt eine Schrift Dominiks (10) aus dem Jahre 1865, in der er sich zu dem Satze bekennt: „Die Linie der Zehenwand des Vorderhufs, von der Krone zum Boden gedacht, muß zu diesem einen gleichen Winkel bilden, wie die Linie, die man sich mit der Schulter gleichmäßig bis zum Boden verlaufend denkt. Die gleiche Linie des Hinterhufes muß dagegen mit der entsprechenden Linie des Backenbeins einen gleichen Winkel zum Boden bilden“.

Die von H. Möller (39, 1872) mitgeteilten vielseitigen Messungen beziehen sich auf foetale Entwicklungsstadien des Hufes und bilden ein Gebiet für sich, welches mit unserer augenblicklichen Aufgabe nichts zu tun hat.

Das Problem der Messung des normalen Hufes findet sich goniometrisch zum ersten Male behandelt durch Hüni (27, 1883). Er gibt zur Kennzeichnung des normalen (beschlagenen) Hufes eine Reihe linealer, insbesondere aber Winkelmessungen von Zehen-, Seiten- und Trachtenwinkeln an. Die Resultate aller Messungen sind immer von der Technik derselben abhängig, ich muß deshalb auf diese hier eingehen, bevor ich über des Autors Resultate spreche. Er legt längs der Zehenwand eines normalen Hufes ein „Schrägmaß“ an und „bestimmt den so erhaltenen Winkel mit dem Transporteur.“ Das mag einwandfrei sein. Ebenso war die Handhabung, um die Seitenwinkel zu erhalten, „die ich an der breitesten Stelle des Hufes“ (also des Tragerandes) „gemessen hatte“. Das ist nicht einwandfrei; denn es wird dabei nach dem Vorhergehenden wie beim Zehenwandwinkel in einer auf der horizontalen senkrechten Ebene gemessen und ergibt niemals einen der Anschauung entsprechenden Seitenwandwinkel. „Um die Größe des Trachtenwinkels zu bekommen, setzte ich das Schrägmaß am Eckstrebenwinkel an und fixierte den Winkel.“ Es gibt aber deren ungezählte. „Die Zehenhöhe ergab sich in einer Linie, welche in der Mitte der Zehenwand verläuft und von der Krone bis zum Boden reicht.“ Das wäre also die Länge der Zehenwand. „Die Breite des Hufes bestimme ich an der weitesten Stelle desselben, am Tragerand;“ das entscheidende Wie ist nicht angegeben, „die Trachtenhöhe“ (gemeint ist wieder die Länge) „vom Eckstrebenwinkel bis zum Übergang in die Balle.“ Es geht nicht hervor, bis zu welcher Stelle der Ballen. Das Längenmaß des Hufes mag für den Normalhuf einigermaßen als richtig anerkannt werden; denn „die Länge des Hufes wurde an der Sohle gemessen und zwar von der Zehenspitze an bis zu den Ballen, d. h. bis zu der Linie, welche die beiden Eckstreben mit einander verbindet,“ also nicht bis zu den Ballen! Es erübrigt sich, die auf Grund dieses Verfahrens gewonnenen Resultate einer näheren Besprechung zu unterziehen, aber es rechtfertigt den Ruf nach Korrektheit und erklärt die Differenzen Hünis mit den Angaben anderer Autoren, über die er sich selber wundert.

Gleichfalls in das Gebiet des Winkelmeßproblems führt uns Schwentzky (49, 1891) mit einem von ihm konstruierten Hufwinkelmesser, mit welchem nach seiner Meinung „der vom Boden aufgehobene Huf nach Belieben gemessen werden kann.“ Innerhalb

der Schenkel eines rechten Winkels aus Metall bewegt sich um den Scheitel des Rechten ein Meterstab, der seinerseits am freien Ende einen Gradbogen trägt, welcher durch einen Schlitz im feststehenden senkrechten Schenkel des Winkeleisens leitet und daselbst durch eine Schraube festgestellt werden kann. Es ergibt sich aus der Beschreibung, daß der Apparat nur zur Bestimmung des Zehenwandwinkels Verwendung finden kann, und selbst das dürfte auf Schwierigkeiten stoßen, da der Basisschenkel des Winkelmaßes an der Sohle (Hornstrahl) eine mangelhafte Auflage findet. Auch müssen größere Winkel als 90° ungemessen bleiben.

Eine andere Arbeit desselben Autors (50, 1894) streift unser Gebiet. Sie stellt für uns Versuche dar, die Richtungsabweichung der Fußachse von der idealen Vertikalen zu messen und ist der erste Versuch auf diesem Gebiete. Autor legt entweder oberhalb oder unterhalb des Carpalgelenks eine Art Schelle an und fällt von dort aus mittelst Senkbleis Lote auf dem Erdboden. Eine eingehende Besprechung seiner Schlußfolgerungen auf die Belastung der einzelnen Hufabschnitte würde hier zu weit führen. Bemerkt sei jedoch, daß eine physikalische Begründung für die Richtigkeit seiner Folgerungen fehlt.

Was in den jüngeren Lehrbüchern über Hufkunde an metrischer Morphologie enthalten ist, soll weiterhin zusammenfassend besprochen werden. Ich greife eines heraus, auf das mich die zeitliche Folge jetzt führt, weil seine Angaben reicher sind. Pillwax (44, 1892) sagt von der regelmäßigen Form der Vorderhufe: „Die Neigung der Hornwand gegen den Erdboden beträgt an der Zehenwand etwa $45-50^{\circ}$. Diese Richtung wird von vor- nach rückwärts über die Seiten- und Trachtenwand allmählich und beiderseits gleichmäßig steiler, sodaß die Trachtenwand etwa in einem Winkel von $60-70^{\circ}$ gegen den Erdboden geneigt ist.“ Der Umfang des Kronenrandes soll um $\frac{1}{3}$ kleiner sein als am Tragerande. Die Wandlängen verhalten sich wie $3:2:1$. Die Dicke der Hornwand nimmt von der Zehenwandmitte zur Trachtenmitte im Verhältnis von $4:3:2$ ab (am Tragerand) z. B. $12:9:6$ mm. „Die innere Wand ist gewöhnlich etwas dünner wie die äußere. Die Länge des Hufes ist nahezu gleich seiner Breite.“ (Länge gleich Entfernung der Zehenwandmitte von „der hintersten Begrenzung einer Eckwand zur andern“, Breite gleich der Geraden von der äußersten Kante der Mitte des Tragerandes einer Seitenwand zur entsprechenden Stelle des

Tragerandes der anderen Seitenwand). „Der Tragerand des regelmäßigen Vorderhufes nähert sich der Kreisform. Die Hornsohle ist weniger ausgehöhlt als am Hinterhuf.“ Über die regelmäßige Hinterhufform erfahren wir, daß „der Zehenwandwinkel $50-55^{\circ}$, Seiten- und Trachtenwinkel etwa $70-75^{\circ}$ betragen. Die Zehenwand ist relativ kürzer als am Vorderhuf. Die Dicke der Hornwand nimmt langsam ab, etwa von 10 auf 6 mm.“ Die Länge ist wieder nahezu gleich der Breite. Letztere wird nicht in der Mitte des Tragerandes der Seiten, sondern am Beginn des Tragerandes der Trachtenwand gefunden. Die Linie des Tragerandes hat Herzform. Die Sohle ist ausgehöhlt. Die Hufe der verschiedenen Stellungsanomalien werden wie üblich geschildert. Wir erfahren über die angewandte Technik nichts und sind nicht in der Lage, die Angaben zu prüfen. Über die Neigungsverhältnisse der Wand können wir uns keine Vorstellungen machen, weil wir nicht wissen, in welcher Richtung gemessen worden ist.

In der geschichtlichen Folge unserer Betrachtungen soll nunmehr eine Unterbrechung eintreten, damit zeitlich auseinanderliegende Arbeiten, deren Inhalt es fordert, zusammenhängend besprochen werden können. Schon in die jüngste Zeit führt uns ein Hufmeßinstrument für den kalten Beschlag von Fischer (14, 1908). Es ist eine Schublehre in Gestalt eines doppelseitigen Spitzhammers, welche 3 bewegliche durch Schrauben feststellbare Schieber trägt und sich bis auf 25 cm Länge ausziehen läßt. Die Schieber sind bilateral der Maßschiene benutzbar, und das Instrument wäre, mit Nonius ausgestattet, sehr wohl zu hoplometrischen Messungen brauchbar. Hierzu benutzt Fischer sein Instrument aber nicht.

Wiederholt wendet sich Flusser der Hufmessung zu. Im Jahre 1905 teilt er Messungen mit (15), die auf den ersten Blick an Bourgelat erinnern, insofern wir erfahren, daß ein 160 cm hohes Pferd eine 13,3 cm betragende „Trittfläche“ haben soll, letztere also zur Größe „ungefähr“ im Verhältnis von „1:10“ steht. „Zur Bestimmung der Größe, Form und Richtung (?) der Trittfläche sind notwendig: 1. die Grundlinie, das ist die die beiden Eckpunkte“ (gemeint sind die Trachtenecken) „des Hufes verbindende Grade“. 2. die „Längsachse des Hufes“, das ist die „Linie, welche von der Mitte der Grundlinie zum äußersten Rande“ (gemeint: vordersten) „der Zehenwand gezogen wird“. 3. „die Bestimmung

der Lage (?) und Größe der beiden Schenkel der Grundlinie“ (diese Schenkel müssen nach Ziffer 2 gleich sein). Autor setzt das Verhältnis der Grundlinie zur Längsachse am Vorderfuß wie 3:5, am Hinterfuß zu 3:5,5 fest. In diesen Mitteilungen liegt ein Ansatz zu guter Methode, aber des weiteren wird nun versucht, die Bodenkontur des Hinterhufes und des Schiefhufes mit Lineal und Zirkel zu — „erklären“. Das Ergebnis, besonders in Gestalt einiger beigegebener Figuren, beweist aber, daß nur eine Schematisierung des Tatsächlichen sich mit der Auffassung des Autors abfinden und seine Lehre anerkennen kann. Die Arbeit beweist vielmehr, daß die Gestalt des Hufes sich mit einigen Kreisbögen und Zirkelschlägen nicht erfassen läßt. Im wesentlichen denselben Standpunkt vertritt Flusser in einer neueren Arbeit (17, 1911).

In einem im Jahre 1908 erscheinenden Artikel glaubt Flusser durch seine Messungen feststellen zu können (16), daß „die schlechte Beschaffenheit der Hornschuhe“ in der „Schwäche der Trittfläche“ derselben zu suchen ist. Bei der Aufsuchung eines „Grundmaßes als Ausgangspunkt für die gesamten Dimensionen des Hornschuhes“ (erinnert an Jauze) kommt Flusser dazu, die „Länge des Hufes, die Basallänge“ (Basilarlänge) „als hierzu geeignet“ zu finden, „da in ihr alle die Maße der anderen Huforgane enthalten sind“. Gemeint ist wohl: da sie als das größte Längenmaß am Hufe die beste Maßeinheit darstellt. Er gibt nach den Lehrbüchern von Pillwax (3. A.), Grossbauer (2. A.), R. Eberlein (2. A.) in einer Tabelle das Verhältnis der Höhe zur Länge des Hufes an. Die in den Tabellen zum Ausdruck kommenden Differenzen in den Messungen der einzelnen Autoren führt er auf „äußere Einwirkungen“, d. h. auf verschiedenartige Bearbeitung der Hufe zurück. Er fährt fort: „Die Feststellung der Maße an der Grundfläche des Hornschuhes habe ich schon früher besprochen, indem ich sicherstellte, daß bei normalen Hufen die Länge zur Grundlinie sich wie 2:1 verhält“. In der mir allein bekannt gewordenen hierauf bezüglichen Publikation teilt Flusser ein anderes Resultat mit, nämlich 3:5 am Vorderhuf, 3:5,5 am Hinterhuf (siehe vorher). Aus der Tabelle ableitend, hebt er hervor, daß die „Zehenwandhöhe zur Basallänge sich wie 2:3“ verhält; d. h. hat z. B. ein Hornschuh 18 cm Sohlenlänge, beträgt seine Höhe 12 cm, bei 14 cm — 9,4 cm. Auch die Maße der Huflederhautwand erfahren noch ihre Feststellungen. Ihre

Besprechungen lassen wir hier außer Acht. Hinsichtlich der Schlußfolgerungen sagt der Autor: „Durch die Bestimmung der Länge eines Hufes kann die der Dimensionen der einzelnen Teile erfolgen; z. B. hat ein Hornschuh die Basallänge von 14 cm, so muß er eine Hornwandhöhe“ (Hornwandlänge?) „an der Zehe von 94 mm und zwar 19 mm Kronenwandbreite, 57 mm Mittelwandhöhe und 18 mm Hufstärke haben“ (lies: Stärke des Hornschuhbodens). „Wir sind also keinen Augenblick im Zweifel, wie wir die Bodenfläche des Hornschuhes zu beschneiden haben“, d. h. bis zu welcher Grenze Wand und Sohle abzutragen sind. Trotzdem ist die Wahl der „Sohlenlänge“ als Grundmaß für diese Ableitungen nicht geeignet, und diese Arbeit kommt a. O. darauf zurück. Flusser stellt am Schlusse die berechnete Forderung auf, daß auf Grund von Messungen „ein Hornboden geschaffen wird, der die einfallende Last in sich kraft seiner Elastizität aufnimmt und paralyisiert“. Bei diesen Ausführungen hält der Autor Begriffe von größter Wichtigkeit nicht auseinander. So ist in einer Zeile von einer Zehenhöhe von 10 cm, in der folgenden mit Bezug auf das gleiche Maß von 10 cm von Hufwandlänge die Rede. Auch Begriffe wie „Hufschicht, Hufwand, Stärke des Hornschuhbodens“ gleiten unbestimmt durcheinander und erschweren das Verständnis.

Vorwiegend praktische Zwecke verfolgt R. Fröhner (18) im Jahre 1908 mit Dickenmessungen der Wand. „Es hat nicht nur theoretisches Interesse, gewisse mittlere Zahlen zu besitzen über die Stärke der Wände des Pferdehufes, denn nicht selten wird schwache Wand als Mangel nach dem Pferdekauf geltend gemacht. Die Sachverständigen werden dem Richter in solchen Fällen sagen müssen, ob die als schwach bemängelte Wand sich wirklich von den Maßen erheblich entfernt, welche als Norm gelten können“. Dies forensische Interesse ist durchaus zuzugeben. „Wenn man mittlere Zahlen finden will, so muß man die Wandstärke in Beziehung bringen zu anderen Ausmessungen“. Was ist das anderes, als ein Ruf nach prozentualen Verhältniszahlen, die in den „Indices“ dieser Arbeit ihren Ausdruck finden (s. später). „Den größten Längsdurchmesser zu bestimmen, macht Schwierigkeiten, weil an der Zehe das Lager der Kappe eine genaue Messung erschweren. Ich habe deshalb die größte Breite des zum Beschlage fertigen Hufes gemessen. Die Zehen-, Seiten- und Trachtenwand ist in der Mitte ihres Verlaufs gemessen worden. Die

Messungen wurden nur an gesunden und normalen Hufen gemacht. Es trifft nach den obigen Ergebnissen nicht zu, daß an den Vorderhufen im Gegensatz zu den entsprechenden Verhältnissen an den Hinterhufen die Zehenwand erheblich stärker ist, als die Seiten- und Trachtenwand, wie manche Autoren behaupten. Wesentliche und regelmäßige Differenzen in der Stärke beim rechten und linken Vorderhuf sind nicht festgestellt worden. Bei normalen Hufen ist eine größere Dicke der äußeren Wand, an den Hinterhufen wenigstens, nicht zu konstatieren. An den Vorderhufen ergeben sich Unterschiede von 1 mm und Bruchteile davon“. Wieder ist zu beklagen, daß Fröhner über die Technik seiner Messungen, von der doch alle Resultate abhängen, nichts angibt. Deshalb kann man seine Zahlen auch nur mit Vorbehalt beurteilen. Es ist beispielsweise nicht gesagt, ob Verfasser auf Sägeschnitten oder mit Tastinstrumenten mißt, wir finden keine Angaben darüber, wie er sich mit den Hornblättchen abfindet. Ich füge an dieser Stelle gleich hinzu, daß ich selber in vorliegender Arbeit die Dickenverhältnisse der Wandungen nicht in meine Untersuchungen mit einbezogen habe. Ich rechne diese Aufgabe zu einem der Unterprobleme, die eine besondere Behandlung erfordern und die diese Arbeit vorläufig ausschaltet.

Bei keiner Arbeit fällt der Mangel einer Morphologie des Hufes auf metrischer Basis so ins Auge wie bei der von Schwyter (51, 1906). Die durch ihr Material so reich ausgestattete und gehaltvolle, in ihrer praktischen Bedeutung noch nicht genug beachtete Arbeit schreitet förmlich nach einem metrischen System. In Ermangelung desselben vollziehen sich deshalb die Feststellungen der überaus mannigfachen Formunterschiede in der gewohnten Art unvollkommen schildernder Beschreibungen.

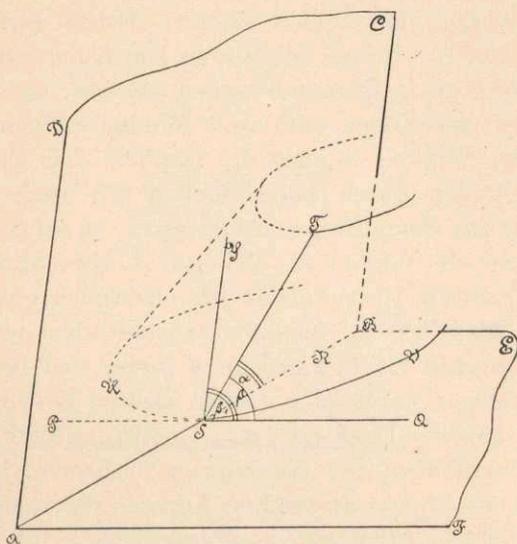
Was in den zahlreichen Lehrbüchern über Huf- und Beschlagkunde an metrischer Morphologie bis in die neueste Zeit zerstreut liegt, läßt sich am besten in summarischer Zusammenfassung erledigen. Die krause Menge kleiner Angaben über Neigungsverhältnisse der Hufwand fand ich bei Schwyter (51) und M. Lungwitz (37) vorzüglich gesichtet. Ich bin zum Teil ihnen gefolgt, zum Teil komme ich durch Berücksichtigung der neuesten Auflagen einiger Werke zu abweichenden Angaben: Die meisten Autoren lassen den Zehenwinkel des regelmäßigen Vorderhufes $45-50^{\circ}$ betragen. Degive (8), Eberlein (12), A. Lungwitz (35),

Kösters (31), Möller (40), Pillwax (44), Schmidt-Prag (48) bekennen sich beispielsweise zu dieser Ansicht. Gutenäcker (23) nimmt für ihn gerade 45° an. Goyau (20) läßt ihn etwas mehr als 45° betragen. A. Lungwitz berechnet für den Vorderhuf einen Durchschnittswert von $47,26^\circ$, für den Hinterhuf von $54,1^\circ$ (nach 37). Während M. Lungwitz (36) früher auch $45-50^\circ$ angab, finden wir jetzt (38) seinen Zehenwinkel auf $45-55^\circ$ erhöht, und er nennt dann Hufe mit weniger als 45° spitz gewinkelt, Hufe mit mehr als 55° stumpf gewinkelt. Aus den neuesten Mitteilungen Grossbauers (21), dessen Lehrbuch sich ausführlicher als alle anderen mit der Hufwinkelmessung befaßt, entnehme ich, daß er dem Zehenwandwinkel des regelmäßigen Vorderhufes nur einen Spielraum von $50-55^\circ$ läßt. Beim regelmäßigen Hinterhufe soll nach Eberlein (12), Gutenäcker (23), A. Lungwitz (35), Möller (40), M. Lungwitz (37) der Zehenwinkel $50-55^\circ$ betragen. Goyau (20) meint, daß derselbe etwas größer ist als 50° . Kösters (31) verlangt eine Winkelung von $45-50^\circ$ und Degive (8) von $55-60^\circ$. Grossbauer (21) gibt ihm 5° mehr als am Vorderhuf. M. Lungwitz (38) sagt allgemein, daß man sich denselben „etwas stumpfer denken muß“, als am Vorderhuf. Von vorn betrachtet, sollen beim regelmäßigen Hufe nach Ansicht der einen Autoren beide Seitenwände gleich schräg stehen und der Huf zwei symmetrische Hälften aufweisen, nach Ansicht der anderen soll die äußere Wand etwas schräger stehen als die innere und demgemäß die äußere Hufhälfte geringgradig größer sein als die innere (Degive, Eberlein, Goyau, Kösters, Peuch et Lesbre, A. u. M. Lungwitz, Schmidt, Dominik (10). M. Lungwitz, Peuch et Lesbre, Bouley (2) geben das Vorkommen von Hufen mit vollkommen symmetrischen Hälften zu, betonen aber die Seltenheit dieser Erscheinung.

Wo die Längenverhältnisse der Zehen-, Seiten- und Trachtenwand in den genannten Werken Erwähnung finden, sind deren Verhältnisse angegeben am regelmäßigen Vorderhuf ungefähr wie $1:2:2\frac{1}{2}-3$, am Hinterhuf wie $1:1\frac{1}{2}-2$. Relativ einheitlich finden wir auch die Hufe der fehlerhaften Stellungen beschrieben, aber metrische Feststellungen hören da so gut wie ganz auf, obwohl das Bedürfnis danach hier gerade am größten ist, und sich in den betreffenden Kapiteln die ganze Reihe der in der Einleitung schon aufgeführten Epitheta finden läßt.

Auffallenderweise interessierte von allen metrischen Problemen am Huf in den letzten Jahrzehnten am meisten das Winkelmeßproblem, obwohl die Neigungsverhältnisse der Wandungen keineswegs allein die morphologischen Charakteristika eines geraden, schiefen oder anders gestalteten Hufes abgeben. Wenn ich lediglich die Winkelungsverhältnisse eines Hufes kenne, weiß ich über seine Form noch so lange nichts, als mir sein Fundament unbekannt bleibt. Aber das Winkelmeßproblem wurde sozusagen aktuell, und die darin enthaltenen Schwierigkeiten reizten immer von neuem zur Inangriffnahme und lenkten die Aufmerksamkeit von ebenso wichtigen Fragen der Meßkunde, z. B. der Kurvenmessung geradezu ab.

Fig. 1.



Im Jahre 1883 erschien Lechner (32) mit seinem Universal-Huf-Längen- und Winkelmesser. Was Lechner erkannt hat, ist, daß man zur Bestimmung der Wandwinkelungen an Seite und Tracht nicht nur eines geometrischen Ortes bedarf, sondern deren zwei. Deshalb konstruierte er einen technisch vorzüglichen Winkelmesser, mit welchem er die Neigungsverhältnisse in zwei Richtungen, jedoch in falscher mathematischer Anschauung

maß, falsch in dem Sinne, daß Lechner etwas anderes gemessen hat, als er tatsächlich messen wollte. Eine schematische Zeichnung wird uns das Verständnis des Lechnerschen Princips am besten vermitteln. Siehe Fig. 1. ST sei das den Seitenwandwinkel markierende Hornröhrchen, dessen Neigungsverhältnis zur Bodenfläche (ABEF) festgestellt werden soll. Lechner legt zu diesem Zweck im Fußpunkte S an die Tragerandkurve UV die Tangente PQ, errichtet in S die Normale SR (Senkrechte im Berührungspunkt der Tangente) und will nun Winkel α als Achsenwinkel, Winkel β als Basiswinkel messen. Wenn das geschähe, ließe sich gegen das Verfahren nichts sagen, aber es geschieht nicht. Zum Beweise legen wir durch ST und SR eine Ebene (ABCD), und errichten in ihr im Punkte S eine Senkrechte SY auf AB. Da auch PQ als Tangente senkrecht auf AB steht, so stellt Winkel β_1 den Neigungswinkel der beiden Ebenen ABCD und ABEF dar. Der Winkelmesser Lechners ist nun so konstruiert, daß sich seine beiden Transporteure in Ebenen bewegen, die aufeinander senkrecht stehen; das hat zur Folge, daß zwar Winkel α richtig gemessen wird, statt des Winkels β aber β_1 , nämlich der eben erwähnte Neigungswinkel der durch Hornröhrchen ST und Normale SB gelegten Ebene zur Grundfläche (s. Leitsatz 1—4 auf S. 40). Dieser ist aber kleiner als Winkel β . Winkel β aber läßt sich mit dem Lechnerschen Instrument überhaupt nicht messen.

Eine die Einzelheiten eines weit ausholenden mathematischen Beweises umfassende Kritik Lechners findet sich bei Herrmann (25, 1892), illustriert durch eine Anzahl exakter Zeichnungen. Um den bis jetzt erhobenen Einwand gegen Lechners Methode praktisch zu verstehen, muß man, wie Herrmann nachweist, beachten, daß beispielsweise ein am Lechnerschen Apparat abgelesener Trachten-Basiswinkel von 45° (bei einem Achsenwinkel von 114°) einem tatsächlichen von $49,4^\circ$, ein Trachten-Basiswinkel nach L. von 44° (bei einem Achsenwinkel von 126°) einem tatsächlichen von $54,5^\circ$ entspricht; das sind $10,5^\circ$ Unterschied! „Die Differenz ist eine um so geringere, je näher der Achsenwinkel bzw. der tatsächliche Basiswinkel einem Winkel von 90° gleichkommt“ (Herrmann). Die auf Grund so abweichender Messungen gemachten Folgerungen Lechners, wie Gleichheit der Produkte aus den jedesmaligen Achsen- und Basiswinkeln, können deshalb nicht mehr zutreffen. Als Zahlenbelag hierfür führt Herrmann an:

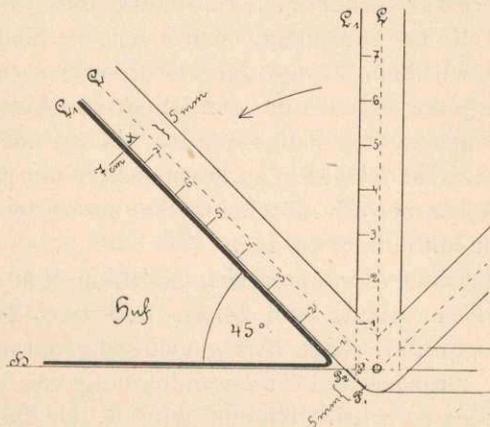
Nach L: Zehen-Achsenwink.		Zehen-Basisw.	
57°	×	90°	= 5130°
Trachten-Achsenw.		Trachten-Basisw.	
114°	×	45°	= 5130°

In Wirklichkeit ist der

Trachten-Achsenw. 114°, der Trachten-Basisw. 49,4°,
mithin das Produkt 5191,6°.

Dreierlei soll der Lechnersche Winkelmesser vermögen, 1. den Achsenwinkel messen (s. v.), 2. den Basiswinkel angeben, 3. die Länge der Wand (Hornröhrchen) abzulesen gestatten. Wir haben soeben mit Bezug auf Punkt 1 erfahren, daß der Achsenwinkel richtig gemessen wird, der Apparat im Punkt 2 aber versagt. Ich

Fig. 2.



bin genötigt, darauf hinzuweisen, daß auch die Länge der Wand durch den Apparat unrichtig angegeben wird, ein Fehler, der meines Wissens bis jetzt von anderer Seite noch nicht erwähnt worden ist: Der Transporteur Lechners arbeitet aus technischen Gründen mit dem Prinzip der Parallelverschiebung, welches es mit sich bringt, daß der um seinen mathematischen Scheitel O drehbare Meßstab LL_1 (s. Fig. 2) den Millimeter-Maßstab nicht auf der mathematischen Meßlinie OL, sondern auf der reellen Meß-

kante PL_1 trägt. Wird der Meßstab nun in der Richtung des Pfeiles geneigt, so daß seine reelle Meßkante PL_1 gegen die Hufwand, z. B. mit einer Neigung von 45° zu liegen kommt, so hat sich auch Punkt P um P_1P_2 unter die Horizontale OH gesenkt. Folglich kommt auch der Nullpunkt des Maßstabes um die gleiche Strecke unter die horizontale Bodenfläche des Hufes zu liegen, die als Ausgangspunkt der Wandlängenmessung dient. Will ich also z. B. die Länge bis zum Punkte X messen, so habe ich die tatsächliche Länge $P_2X = 7$ cm zu messen, während mir der Lechnersche Maßstab $P_2X + P_2P_1 = 7,5$ cm angibt. Der Fehler vergrößert sich, je kleiner der Wandwinkel des Hufes ist; wird das Maß bei Neigungen über 90° benutzt, so verkleinert es die tatsächlichen Abmessungen, weil sich Punkt P_1 dann über die Horizontale OH hebt. Von den drei Leistungen, die der Apparat also vollbringen soll, vollführt er tatsächlich nur eine, d. h. er mißt lediglich den Achsenwinkel.

Wenn Lechner ferner zur Ermittlung der Höhenverhältnisse der Wand (3:2:1) vorschlägt, dabei zu verbleiben, „an der Zehenmitte die wirkliche Länge der Hornröhrchen, an den Seiten- und Trachtenwänden aber nur den direkten Abstand von den betreffenden Punkten des Kronenrandes bis zu denen des Tragerandes in vertikaler Richtung zu bestimmen“, mit andern Worten, Längen und Höhen bewußt durcheinander zu werfen, so muß dies wissenschaftlich mißbilligt werden.

„Die Ausdehnung der unter sich gleich breiten Abschnitte der Hornwand als Zehenwand, zwei Seiten- und zwei Trachtenwände“ wird bei Lechner „für jeden Huf gleichmäßig derart ausgemittelt, daß zuerst der Kronen- und Tragerandumfang von einer Eckwand zur andern gemessen wird. Hierauf wird je der fünfte Teil dieses Umfanges sowohl am Kronen- als am Tragerand von einer Eckwand zur andern unter Markierung der Teilungspunkte fünfmal aufgetragen und diese Punkte vom Kronen- zum Tragerande durch gerade Linien nach dem Verlaufe der Hornröhrchen untereinander verbunden“. Die bezeichneten Verbindungslinien gehen aber keineswegs immer nach dem Verlaufe der Hornröhrchen. Man kann also nur entweder im Verlaufe der Hornröhrchen oder der bezeichneten Verbindungslinien messen. Ich halte diese ganze Fünfteilung für willkürlich und komme später noch einmal darauf zurück.

Lechner teilt auch nicht mit, wie er die geforderten Tangenten und Normalen konstruiert. An dem Tragerand des Hufes lassen sich an beliebiger Stelle die Tangenten und Normalen nur durch die Hilfsmittel der höheren Mathematik mit Sicherheit bestimmen. Da wir uns diese zur Hufmeßkunde nicht gut dienstbar machen können, nehme ich an, daß Lechner nach Augenmaß gearbeitet hat. Von einem halben Dutzend Tangenten aber, die von verschiedenen Händen in einem Punkte nach Augenmaß an die Tragerandkurve gelegt werden, wird kaum eine sich genau mit der andern decken, und nun bedenke man die Abweichungen ihrer Lote, der Normalen! Lechners Arbeit vom Jahre 1883 erfährt durch eine Monographie vom Jahre 1904 (33) eine im wesentlichen unveränderte Neuauflage. Alles Gesagte trifft auch auf diese zu.

Eine scharfe Ablehnung der Lechnerschen Meßkunde findet sich auch bei demjenigen Autor, der sich die Verfolgung des Winkelmeßproblems in neuester Zeit am meisten zu eigen gemacht hat: Vinc. Wolff. Er ist mir zuerst bekannt geworden durch eine im Jahre 1898 veröffentlichte Besprechung des schiefen Hufes (58), in der er auf früher beschriebene Messungen zurückgreift, die ich nicht habe auffinden können, weshalb ich die Besprechung des in Ziffer 58 Mitgeteilten unterlasse. Bekanntter mit Wolffs Anschauungen und Prinzipien werden wir in seinen späteren Veröffentlichungen vom Jahre 1902 (59) und in dem Referat seines 1909 auf der Vers. deutsch. Naturf. u. Ärzte gehaltenen Vortrages über Hufkunde (60). Der Vortrag in ganzem Umfange ist mir leider bis zur Fertigstellung dieser Arbeit nicht mehr bekannt geworden.

Auch Wolff ist wie ich der Ansicht (59), daß „die richtige Erkenntnis der Hufmessung das Fundament für die Hufmechanik“ ist. „Aber nicht nur für die Hufmechanik allein ist die Messung von Wichtigkeit, sie bietet auch den wichtigsten Behelf für die Beurteilung des Hufes. Wenn wir von einem normalen, spitzen steilen Huf sprechen, sagen wir damit nichts anderes, als der Huf besitzt normale, spitze, steile Wandungen“, jedoch m. E. nicht allein, sondern nur in erster Linie. „An der Hand der Messungen soll geübt werden, wie man sein Auge zum Hufe einstellen muß, um die Hufwinkelungen richtig zu sehen“. Er meint weiter, „daß bis jetzt das praktische Messen am Huf (nach Augenmaß) wissen-

schaftlich nicht definierbar war, beruht in der Aufstellung falscher Lehrsätze. Die Neigung der Mantelfläche eines abgestutzten schiefen Kegels“, von dem Wolff bei allen seinen Darlegungen ausgeht, „wird gemessen, indem man die Neigung der Tangierungsebene an der zu messenden Stelle mit der Basisebene bestimmt. Der Winkel zweier sich schneidender Ebenen ist aber derjenige, den jene zwei Geraden in den beiden sich schneidenden Ebenen einschließen, die senkrecht auf der Schnittgeraden in einem Punkte stehen. Dies ist jener Winkel, den man zu Gesicht bekommt, wenn man in der Flucht der Mantelfläche (Hornwand) und der Basisebene (Sohle) sieht. Dieser Winkel wird als Basiswinkel bezeichnet“. Mir will danach scheinen, daß Wolff, wenn er den Neigungswinkel der Tangierungsebenen feststellt, einen andern Winkel mißt, als das Auge sieht. Das Auge sieht eben nicht den Neigungswinkel, sondern einen Winkel, dessen aufstrebender Schenkel eine Linie am Huf ist. Der aufstrebende Schenkel des gemessenen Neigungswinkels liegt überhaupt nicht am Huf, sondern ragt frei in den Raum. Das wäre der Lechnersche Fehler im umgekehrten Sinne. Lechner will einen realen Winkel am Huf messen, mißt aber einen entsprechenden Neigungswinkel. Wolff mißt richtig einen Neigungswinkel, der aber dem real geschauten nicht entspricht. „Der Achsenwinkel aber ist derjenige, welchen die Achsenebene, d. h. jene Ebene, welche durch die Achse des Kegels geht — im gegebenen Falle durch die Achse des Hufes —, mit der Basisebene einschließt“. Lechners Achsenwinkel würde ungefähr dem Basiswinkel Wolffs, dessen Basiswinkel annähernd dem Achsenwinkel entsprechen oder ihm am nächsten kommen. So scheint es wenigstens nach den Berichten, die mir vorliegen. Leider standen mir die Originalarbeiten Wolffs nicht zur Verfügung.

Später wendet sich Wolff noch einmal scharf gegen die Mängel der Lechnerschen Methode, insbesondere gegen die Verwendung der Hornröhrchen zur Bestimmung der Neigungsverhältnisse, da dieselben „den Strahlen der Mantelfläche eines abgestutzten schiefen Kegels gleichkommen“ und deshalb „nie zur direkten Ablesung der Neigung der Hornwand benutzt werden können, da dies zur Voraussetzung hätte, daß die Hornröhrchen an ihrem Fußpunkte senkrecht auf der zugehörigen Spurtangente ständen (was nur beim geraden Kegel zutrifft)“. Das ist richtig und ich

bin mit Wolff der Ansicht, daß man die Hornröhrchen zur Bestimmung der Seitenwandwinkel nicht verwenden kann, aber aus andern Gründen, wie später zu ersehen ist. Zur Messung des Basis- und Achsenwinkels hat Wolff einen oder zwei Meßapparate konstruiert, die Messungen der definierten Art 1. am lebenden Tiere, 2. am toten Hufe zulassen. Wir finden in der Deutsch. tierärztl. Wochenschr. auch Abbildungen beider Apparate, aber keine Beschreibung dazu. Zwar ist der dortige Bericht so knapp gehalten, daß man sich ein endgültiges Urteil über Wolffs Meßkunde nicht bilden kann, und es wäre zu wünschen, daß er seine Methode ausführlich bekannt gibt. Dennoch läßt sich erkennen, daß Wolffs Untersuchungen von der größten Wissenschaftlichkeit getragen sind.

So viel scheint gewiß, daß seine Methode zur Voraussetzung hat, daß der Huf ein Rotationskörper, speziell ein abgestumpfter schiefer Kegel ist. Ich kann mit meinen grundsätzlichen Bedenken dagegen nicht zurückhalten. Die rein mathematische Deutung des Hufes ist es gewesen, die stets zu irrigen Auslegungen und Folgerungen geführt hat. Der Huf, auch der regelmäßigste, ist nicht bilateral symmetrisch, ist kein Zylinder und kein Kegel, insbesondere kein Kreiskegel, auch nicht der Stumpf eines schiefen Kegels, man mag die an einem geraden oder schiefen Kegel zur Gewinnung der Hufform anzulegenden Schnitte führen wie man will. Selbstverständlich kann die Kegelform zum Vergleiche herangezogen werden, eine auf sie aufgebaute Technik kann aber stets nur Vergleichswerte ergeben. Es fragt sich jedoch, ob man sich damit begnügen will. (Weiteres vergl. „Leitsätze“ u. Kapitel „Winkelmessung“).

Schließlich sind die Messungen Grossbauers zu erwähnen (21, 22), der zu der Erkenntnis kommt, daß „in einwandfreier Weise sich die Neigung der Hornwand nur durch eigens hierzu eingerichtete Winkelmeßapparate nach Graden bestimmen läßt“. Er mißt die Größe der Winkel an der Zehenwandmitte, an der breitesten Stelle der inneren und äußeren Seite des Hufes, sowie am Ende der Trachten „10 mm vor der Eckwand“ (Trachtenecke). Sein Verfahren schildert er wie folgt: „Der kreuzförmige Teil des Winkelmessers (konstr. von Gebr. Fromme, Wien) wird so auf den Tragerand des Hufes gelegt, daß sich der Meßstab desselben an einem schon vorher bestimmten Punkte der Tragerandkante anlegt.

Nun wird der bewegliche Meßstab entlang der Hornwand bis zum Kronenrande vorgeschoben und an die höchste Stelle der von einer Seite zur andern bogenförmig verlaufenden Wandfläche angelegt. Durch wiederholtes seitliches Drehen des Meßstabes überzeugt man sich, ob der Apparat, ohne seine Lage zu verändern, so am Tragerande des Hufes liegt, daß der Meßstab desselben nur die höchste Stelle der Hornwand berührt und ob sich der bereits ermittelte Winkel hierdurch nicht verändert. Der seitlich drehbare Meßstab des Apparates bewegt sich hierbei in derselben Ebene, die eine an die Hornwand angelegte ebene Fläche bilden würde“. (Tangierungsebene Wolffs.) „Der seitlich drehbare Meßstab verhält sich wie eine an die Hornwand angelegte ebene Fläche, auch der auf den Tragerand des Hufes gelegte kreuzförmige Teil ist mit einer ebenen Fläche zu vergleichen. Deshalb können auch mit zwei entsprechend großen ebenen Holzbrettchen Vergleiche darüber angestellt werden, welcher Winkel mit dem Apparat gemessen wird. Werden nämlich diese Brettchen an irgend einer Stelle des Hufes so an die Hornwand angelegt, daß sie unten mit den Kanten zusammenstoßen, so schließen dieselben einen verschiedenen großen Winkel ein, der anzeigt, wie die Hornwand zur Tragerandebene geneigt ist. Die Größe dieses Winkels wird mit dem an die gleiche Stelle des Hufes angelegten Apparat nach Graden bestimmt“. Das heißt mit andern Worten: der Meßstab soll zur Bestimmung der Seitenwandneigung so auf die Wand gelegt werden, daß er die äußerste Seitenkante berührt. Durch diese Kante legt Großbauer eine Ebene (wie Wolff), deren Neigungswinkel zur Horizontal Ebene er tatsächlich mißt. Über die Lage jener Kante in der tangierenden Ebene, d. h. über ihren zweiten geometrischen Ort, der uns ihre Lage im Raume erst fixieren würde, erfahren wir nichts und doch verlangt die Anschauung dies unbedingt. Wir erfahren namentlich nicht, wie die äußersten Punkte an Basis und Krone gefunden werden. Gegen das Verfahren ist hauptsächlich einzuwenden, daß dem Augenmaß zu viel Spielraum gelassen ist. Besonders schwierig wird das Verfahren aber beim Messen der Trachtenwinkel. Als Meßpunkt für den Trachtenwinkel nimmt Großbauer eine Stelle „ca. 10 mm vor der Eckwand“. Es dürfen aber nur solche Stellen zum Ausgangspunkt genereller Maße anerkannt werden, die von der Natur gegeben sind, sonst ist der Willkür freies Spiel gelassen.

Großbauer schließt seine Ausführungen mit dem Wunsche, „daß im Interesse der Sache recht häufig solche Messungen vorgenommen und die Ergebnisse derselben veröffentlicht würden. Aus denselben würde sich ergeben, ob es möglich sei, einheitliche Grundsätze aufzustellen, nach welchen die Form der Hufe zu bestimmen wäre.“

Ich will den geschichtlichen Teil mit einem Worte v. Töröks (private Zuschrift) schließen, daß alle „Messungen nur behufs präziser Darstellung der anatomischen Form gemacht werden sollen und nicht umgekehrt, die anatomischen Formen rein mathematisch zu behandeln sind.“

Eigene Untersuchungen.

Allgemeines. Die Festlegung der ersten Grundzüge einer den Huf als Ganzes umfassenden Meßkunde bot anfänglich scheinbar unüberwindliche Schwierigkeiten. Das lag einmal an dem Bann, in den das Denken durch die bisherigen Anschauungen geschlagen war, zweitens aber daran, daß wir es am Hufe bezüglich seiner Form durch Bearbeitung und Abnutzung mit einem so wandelbaren Objekte zu tun haben, wie uns die Anatomie kein zweites liefert.

Wenn schon Benedikt (1) mit Bezug auf die Kranimetrie des Menschen sich über die „Indistinktheit“ der anatomischen Punkte beklagt,¹⁾ können wir das mit Bezug auf den Huf in noch viel höherem Maße, denn jeder Messerschnitt verändert seine Form, und gemeinhin sind selbst diejenigen Stellen, die wir anatomisch im Geiste als Punkte und Linien auffassen, in Wirklichkeit meist „Stellen“ von beträchtlicher Ausdehnung. Aber die Schwierigkeiten waren überwindbar und was dem Huf an fester Gestalt durch Variabilität seiner Begrenzungen fehlte, hatte er in der Einfachheit seiner Form, beispielsweise gegenüber einem Schädel, voraus.

Zehennachsebene und Stützfläche. Durch meine vorangehenden Untersuchungen über die Statik und Mechanik des Hufbeins und der Phalangen überhaupt hatte ich die Anschauung gewonnen, daß

¹⁾ B. sagt: „Die Autoren behelfen sich damit, daß sie die Punkte, die sie meinen, an jedem Schädel markieren. Dadurch wird wohl verhütet, daß die verschiedenen Maße, die zu und von demselben Punkte gewonnen, wieder untereinander von verschiedenen Punkten genommen werden; an der Willkür der Wahl der Punkte wird aber dadurch nichts geändert.“

eine rationelle Meßkunde nur von Bestand sein kann, wenn sie einmal davon absieht, die Form des Hufes begrifflich in einen mathematischen Körper zu zwängen, weil dann Dinge hineingetragen werden, die nicht im Objekte gegeben sind, dann aber ihre Ausdrucksmittel (Punkte und Linien) in Beziehung bringt:

1. zur Zehennachse resp. der sagittalen Zehennachsebene,
2. zur natürlichen Horizontalen, der Boden- oder Stützfläche für den Huf.

In der Zehennachsebene liegt nach mathematischen Begriffen die die Last des Körpers aufnehmende Schwerlinie des Schenkels. Es ist physikalisch ohne weiteres klar, daß von ihren Schwankungen im Wechsel von Ruhe und Bewegung die seitliche Verteilung der Last auf die Stützfläche abhängt. Wir müssen aber das Gesetz gelten lassen, daß ganz allgemein die Gestalt eines Gliedes von seiner Inanspruchnahme abhängt (von neuem erwiesen durch das Gesetz der Transformation der Knochen). Folglich wird vom Stande und den Schwankungen der sagittalen Zehennachsebene in der Ruhe oder bei der Bewegung in erster Linie die Configuration des Hufes bedingt sein. Wir haben deshalb das größte Interesse, wenn wir unsere Meßkunst unter einem höheren physikalischen Gesichtspunkte ausüben wollen, die Zehennachsebene als fundamentales Hilfsmittel zu benutzen.

Metrische Normale. Die Schnittlinie der Median- wie Zehennachsebene mit der Bodenfläche (Basis) ist uns an jedem Huf von der Natur als eine Gerade gegeben, die wir uns als Mittellinie der Bodenfläche von der Strahlspitze über Strahlkörper und die Mitte der mittleren Strahlfurche hinweg gezogen denken. Da diese Linie die Schnittgerade derjenigen beiden Ebenen darstellt, auf die wir alle unsere Maße beziehen wollen und da sie eine von der Natur für jeden Huf unabänderlich gegebene Linie darstellt, liegt es nahe, dieselbe als metrische Normale des Hufes überhaupt anzusehen und sie in der später zu erörternden Technik zuerst festzulegen. Ich habe keine Linie gefunden, die sich besser dazu eignet. Sie ist die anatomische und morphologische Konstante.

entstandenen Begriffen von Zehen-, Seiten- und Trachtenwand in der bekannten Fünf- oder Sechsteilung freimachen. Dieselbe ist von der Natur nicht gegeben. Wir aber wollen nichts in den Huf hineintragen, sondern aus seiner Form mit wissenschaftlicher Objektivität ableiten.

Die Meßpunkte des Tragerandes und ihre Terminologie. Der Huf baut sich auf seiner Unterstützungsfläche auf wie ein Gebäude auf seinem Fundament. Er wird uns morphologisch durch die Median- bzw. Achsenebene zerlegt in zwei stets asymmetrische Hälften, eine laterale, eine mediale, sodaß wir eine laterale Tragerand- und Kronenkontur auf der einen Seite, eine mediale Tragerand- und Kronenkontur auf der andern Seite haben. (*Curvatura basilaris* und *Curvatura coronaria* s. *coronae*). Wir haben jetzt nur die Aufgabe, eine Anzahl unveränderlicher möglichst von der Natur gegebener Meßpunkte (Synonyma für Meßpunkte sind Definitionspunkte und Merkpunkte (v. Török) auf diesen Konturen festzulegen und dieselben im Raume, d. h. in ihrer Lage zur Achsenebene einerseits, zur Bodenebene andererseits zu bestimmen. Wir brauchen hierzu die Mittel der Projektion.

Im mathematischen Bilde der Bodenfläche (*Facies basilaris*) erscheint uns die metrische Normale als X-Achse eines Koordinatensystems (s. Fig. 4 u. 5), in welchem der Schnittpunkt der metrischen Normalen mit dem Tragerande, den Scheitel- oder O-Punkt darstellt, der Tragerand selbst als Kurve zu beiden Seiten der X-Achse zu liegen kommt und zwar die Kontur des Vorderhufes annähernd als eine Ellipse, die des Hinterhufes bis zu ihrem breitesten Punkte annähernd eine Parabel. Wir nennen den O-Punkt, den vordersten der *Facies basilaris*, das Basion (b'). Um zur besseren Anschauung das Koordinatensystem zu vervollständigen, ist nur nötig, im Basion auf der metrischen Normalen als X-Achse eine Senkrechte zu errichten, welche nun die Y-Achse darstellt.

Nehmen wir jetzt irgend einen Punkt P (oder P_1) auf der Tragerandkurve an, so können wir seine Lage präzisieren, indem wir seine Abscisse PQ (P_1Q_1) und seine Ordinate PR (P_1R_1) feststellen. Wir nennen kurz die Abscisse die Länge des Punktes P (P_1), die Ordinate aber seine Breite. Ist also von einem Punkte P oder P_1 seine Länge und Breite bekannt, so kann jedermann seine Lage auf der Bodenkurve genau feststellen (Technik später).

1) Kraniometrisch nach P. Broca, 1824—1888. Begründer der neuen französischen anthropologischen Schule (nach Ranke [46]).

War Punkt O der vorderste Grenzpunkt der Bodenfläche des Hufes, so interessieren uns vor allem noch die hintersten und äußersten Grenzpunkte derselben. Erstere sind die von der Natur gegebenen, am korrekt beschnittenen Hufe scharf in die Erscheinung tretenden Trachtenecken (den Umbiegungstellen der Wandung in die Eckstrebe), welche ich das Postremum laterale (p. l.) und das Postremum mediale (p. m.) genannt habe.

Größte Länge. Die größere der beiden Abscissen dieser Punkte gibt uns gleichzeitig auch die größte Länge der Fac. basil. an (P_2Q_2), denn wir müssen unter größter Länge den größten sagittalen

Längsdurchmesser verstehen, der nur in Parallelen zur Medianebene oder in dieser selbst durch Parallelübertragung gemessen werden kann. Wenn man die beiden Postrema durch eine Gerade p_1p_m verbindet und die Entfernung ihres Schnittpunktes mit der metrischen Normalen bis zum Basion als größte Länge angibt, so begeht man einen Fehler. Ebenso unrichtig wird das Verfahren (Flusser), wenn man p_1p_m halbiert und die Entfernung des Halbierungspunktes vom Basion als maximale Größe ansieht. Grobe Annähe-

Fig. 4.

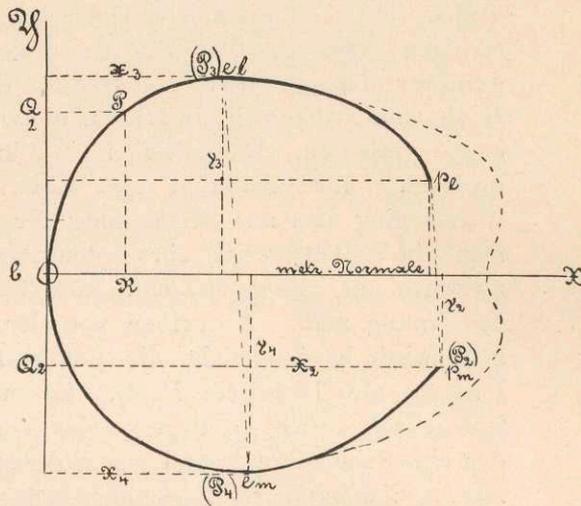
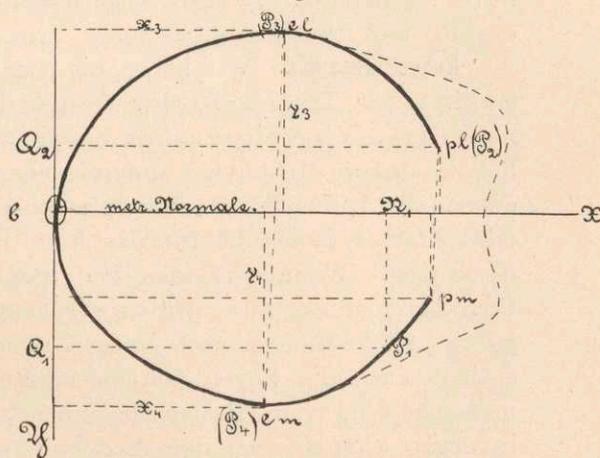


Fig. 5.



rungrwerte, auf theoretisch falscher Basis gewonnen, sind das praktische Resultat.

Größte Breite. Auf beiden Ästen der Tragerandkontur befindet sich noch je ein Punkt, von dessen Lage deren Gestalt im wesentlichen abhängig ist. Das ist jederseits der von der X-Achse am weitesten nach außen liegende Punkt (P_3 u. P_4), das Extremum laterale und das Extremum mediale. Wir stellen deshalb auch ihre Längen und Breiten fest ($x_3, y_3; x_4, y_4$). Wenn wir jetzt die größte Breite des Hufes, d. h. der Bodenfläche wissen wollen, brauchen wir nur die Ordinaten beider Punkte (ihre Breiten) addieren; also größte Breite = $y_3 + y_4$. Man kann von größter Breite nur im Sinne einer ganz bestimmten Richtung sprechen, in Linien, die winkelrecht quer zur Medianebene verlaufen. Diese Linien sind in Gestalt unserer Ordinaten gegeben. Ihre Addition gibt die rechten maximalen Werte. Bisher ging man zur Bestimmung der größten Breite so vor, daß man die dem Auge als „breitesten Punkte“ erscheinenden Stellen zwischen die Schenkelenden eines Tastzirkels nahm und deren Entfernung maß. Abgesehen von der Ungenauigkeit im Augenmaß wird hierbei nicht die größte Breite ($y_3 + y_4$) gemessen, sondern die Diagonale P_3P_4 , die natürlich noch größer ist. Theoretisch richtig ist dagegen das Verfahren Stickers (s. S. 12), der eine Schublehre frontal gegen die Hufbreite schiebt und lateral und medial tangiert. Es handelt sich nur darum, die Lehre auch rechtwinklig zur Medianebene anzulegen, doch darüber finden wir keine Anweisung. Es wird dem Augenmaß überlassen und ergibt deshalb nur Annäherungswerte.

Kurvenmessung. Wir haben bis jetzt die natürlichen Grenzpunkte der Tragerandkontur festgestellt und damit gleich eine natürliche Vierteilung ihrer Kurve erhalten. Vier Bogen verbinden unsere Meßpunkte untereinander. Die Bogen sind es, an denen alle Hufmeßkunde bisher achtlos vorübergegangen ist und doch sind es diese, die für das Auge in erster Linie die Gestalt bestimmen. Wenn wir einen Huf darauf prüfen wollen, welcher Grundform er angehört, prüfen wir hauptsächlich seine Tragerandkurve und bestimmen nach ihrem Verlauf den Typus. Wir messen deshalb auch die Bogen von einem Meßpunkte zum andern und unterscheiden, vom Basion beginnend, einen Arcus basilaris lateralis anterior von dem Arc. bas. lat. posterior auf der einen

Seite, einen Arc. bas. med. anterior von einem Arc. bas. med. posterior auf der anderen Seite. (Eigene Benennung.)

Indices. Allein, wenn wir die bisherigen Maße in absoluten Zahlen festgelegt haben, Längen und Breiten der fixierten Meßpunkte sowie die vier Bogenlängen, so können wir mit den absoluten Zahlengrößen nicht recht etwas anfangen. Sie interessieren uns weniger als die durch Vergleich untereinander gewonnenen relativen Zahlen. Die Kraniologie, deren Muster wir hier folgen wollen (1, 53), bedient sich zu diesem Zwecke der Aufstellung von Indices. Dieselben stellen prozentuelle Werte zweier Maßzahlen dar und werden im allgemeinen gefunden, indem man den Wert der absolut kleineren Zahl für den Fall bestimmt, daß die absolut größere = 100 ist. Auf das Verhältnis von Huflänge (L) zu Hufbreite (Q) angewandt, würde es gelten, die Größe von Q zu bestimmen, wenn L = 100 wäre, also L soll sich zu Q verhalten wie 100 : x; folglich $x = \frac{100 \cdot Q}{L}$. x = Längenbreitenindex (L. Br. J.). Die erhaltene Zahl würde also angeben, wieviel Prozente der Länge die Breite beträgt.

Derartiger Indices lassen sich beliebig viele zwischen coordinierten Größen aufstellen, die allgemeine Regel für die Gewinnung derselben ist nach v. Török (53) die, „daß das Maß von der kleineren Wertgröße als Zähler (mit 100 multipliziert) durch das Maß von der größeren Wertgröße als Nenner dividiert wird“.

Besonders wertvoll werden die Indices zur numerischen Definition der Krümmungsverhältnisse. Zu diesem Zwecke messen wir nicht nur den betreffenden Arcus, sondern auch seine Sehne und berechnen nun, welchen Prozentsatz des Bogens die Sehne enthält oder mit andern Worten, wie groß die Sehne sein würde, wenn der Bogen die Maßzahl 100 trüge? Der Krümmungsindex x stellt sich also in der Gleichung dar: Bogen : Sehne = 100 : x, also $x = \frac{100 \times \text{Sehne}}{\text{Bogen}}$ (Kr. J.). Die erhaltene Zahl gibt an, wieviel

Prozente des Bogens seine Sehne beträgt, deshalb tritt dabei in die Erscheinung, daß der Index umso größer wird, desto flacher oder gestreckter die Krümmung ist. Das steht zahlengemäß zwar in Widerspruch mit der Anschauung, insofern es plausibler wäre, wenn mit Vergrößerung der Krümmung auch die Indexziffer sich vergrößerte. Dies ließe sich erreichen, indem man das

obige Verhältnis umgekehrt nähme: Wie groß ist der Bogen, wenn die Sehne gleich 100 ist? Das ergäbe die Proportion:

Bogen : Sehne = $x : 100$, dann wäre $x = \frac{100 \times \text{Bogen}}{\text{Sehne}}$ und ergäbe

für x stets eine der Anschauung entsprechende Ziffer: Je stärker die Krümmung, desto höher der Index. Wenn das für die Krümmungsverhältnisse auch anschaulicher wäre wie der erste Weg, wollen wir doch bei dem umgekehrten Modus bleiben, weil er der grundsätzlich folgerichtiger ist.

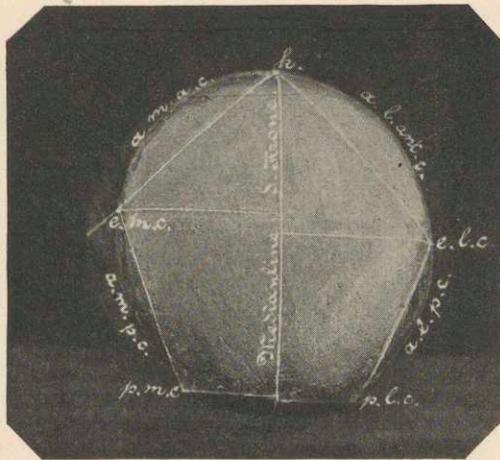
Soweit gelangt, stände der Rekonstruktion der Bodenrandkurve nach unseren Maßen nichts mehr im Wege. Wir kennen ihre Achse (metr. Normale) und ihren Scheitel, das Basion (Koordinaten-Anfangspunkt), wir kennen die bilateralen Extrema und Postrema und die Maßzahlen der zwischen ihnen liegenden Kurven sowie deren Sehnen. Das Maß des zur Rekonstruktion unbedingt Notwendigen ist fast schon überschritten. Ich möchte noch die bis jetzt präzisierten Merkmale, wie die Kraniologie auch, als die natürlichen bezeichnen, weil sie von der Natur gegeben sind. Künstliche Meßpunkte können wir uns ad libitum wählen. Wem an der Bestimmung anderer Punkte der Tragerandkurve (Länge und Breite) gelegen ist, der vermag das mit Hilfe der später zu gebenden Technik mit Leichtigkeit zu tun, so daß kein Punkt der Kurve unbestimmbar bleibt.

Die Maße der Krone und ihre Terminologie. Mutatis mutandis ist alles, was über die metrische Bestimmung des Tragerandes entwickelt worden ist, auf die Ebene der Hufkrone übertragbar. Wir haben die Merkmale der Basis in Beziehung zu bringen zu korrespondierenden Punkten der Krone. War das Basion der vorderste Punkt der *Curvatura basilaris* und des Hufes schlechthin, werden wir sein Gegenstück im vordersten Punkte der Krone suchen. Lassen wir das Gesetz gelten, daß die Beanspruchung die Form schafft, können wir die äußersten Punkte des Tragerandes statisch und mechanisch nur in Beziehung bringen zu den äußersten Punkten der Krone, und es ist zwingend, wenn wir ebenso den Postremis des Tragerandes ein Gegenstück in den Postremis der Krone schaffen.

Die Median- oder senkrechte Achsenebene schneidet die etwas geneigte und meist gebogene Kronenfläche des Hufes in der Medianlinie der Krone (Fig. 6 und K_z Fig. 3), die sich für die

Kronenkurve ebenfalls als x-Achse präsentiert. Ihr Schnittpunkt mit jener ist wieder der Scheitelpunkt für das Coordinatensystem der Kronenkurve bezw. ihrer Ebene. Er hat, seiner Bedeutung entsprechend, einen besonderen Namen: Kōrōnion (k) (v. Török)¹⁾ erhalten. Da das Koronion gleichzeitig den höchsten natürlichen Meßpunkt am Hufe darstellt, könnte derselbe auch Vertex oder Scheitelpunkt genannt werden. Ich will diesen Terminus aber für die Scheitelpunkte der Bogen verwenden (s. später).

Fig. 6.



Norma coronaria.

Die Teilung der Kronenkurve vollzieht sich wieder in vier Abschnitten. Vom Koronion beginnend, lateral und medial die Arcus anteriores, bis zum Extremum laterale und mediale coronae reichend, dann in die Arcus posteriores coronae sich lateral und medial fortsetzend bis zum lateralen und medialen Postremum coronae.

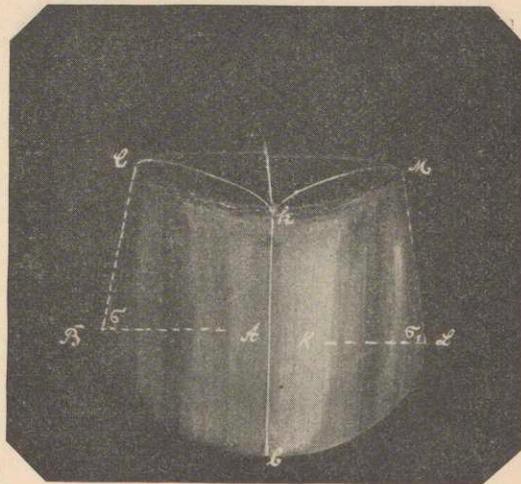
Damit ist die Lage der Kronenkurve im Raume aber noch nicht bestimmt. Wir wissen nur, daß die Medianlinie der Kronenfläche ebenso wie die Medianlinie der Bodenfläche (metr. Normale) beim regelmäßigen Hufe und senkrechten Achsenstande in derselben

¹⁾ ἡ κορώνη, ἴδος, = Krone im übertragenen Sinne, das „Höchste“!

Ebene liegen, nämlich der senkrechten Medianebene; über die Lage der Kronen- und Bodenebene und ihrer Merkpunkte zueinander wissen wir noch nichts. Wir haben jetzt eine Brücke zu schlagen zwischen Tragerand- und Kronenkontur und müssen zu diesem Zwecke in erster Linie die Lage der Scheitelpunkte beider Kurven zueinander bestimmen, des Koronions zum Basion.

Im allgemeinen sind zur Bestimmung eines Punktes im Raume drei geometrische Orte notwendig. Den ersten für das Koronion haben wir in Gestalt der Median- oder Achsenebene. Zur Gewinnung

Fig. 7.

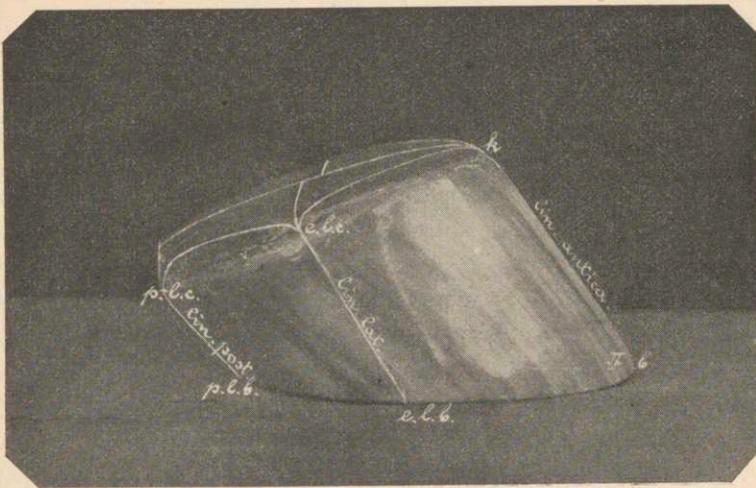


Norma frontalis.

der beiden weiteren gäbe es verschiedene Möglichkeiten, von denen wir zwei besonders geeignete wählen wollen. Wir stellen die Höhe fest (2. geometr. Ort), selbstverständlich die vertikale, in welcher sich das Koronion über der Basisebene befindet und messen den Abstand des Fußpunktes jener Höhe vom Basion (3. geometr. Ort) (vergleiche Bourgelat). Die Feststellung dieses letzten Maßes kann auch technisch leichter durch Messung des Abstandes des Kronenscheitels von der im Basion errichteten Senkrechten geschehen. Das Koronion ist nunmehr fixiert, d. h. mit andern Worten: auch der Scheitelpunkt der Kronenebene oder ihrer Krümmung liegt fest.

Für die übrigen Meßpunkte der Kronenebene (Extrema und Postrema) haben wir schon je zwei geometrische Orte, nämlich ihre Länge mit Bezug auf das Koronion, ihre Breite mit Bezug auf die Medianebene. Messen wir jetzt eines jeden Höhe über der Basis, so haben wir für jeden den gewünschten dritten Ort und sämtliche bis jetzt definierten Meßpunkte sind im Raume festgelegt. Der Vollständigkeit wegen verbinden wir noch die korrespondierenden Punkte der Krone mit denen des Tragerandes

Fig. 8.



Norma lateralis.

und erhalten dadurch 5 Linien: Vom Basion zum Koronion die Linea antica (Vorderlinie), vom Extr. lat. oder med. coronae zum entsprechenden Extremum basillare die Linea lateralis und medialis (Seitenlinien) und schließlich vom Postremum coronae zum Postr. basillare jederseits die Linea postica lateralis und medialis (Trachtenlinien) (eigene Benennung). Diese letzteren müssen im anatomischen Sinne Ausdruck der Kante sein, die durch Umbiegung der Wand in die Eckstreben entsteht.

Das Netz unserer Maßlinien und Punkte ist jetzt geschlossen. Vor uns steht nicht mehr ein Huf mit den unbestimmt begrenzten Teilen der Vorder-, Seiten- und Trachtenwand,

sondern wir sehen die Wand sich naturgemäß gliedern in 4 Segmente. Von der Linea antica jederseits das Segmentum laterale und mediale anterius, reichend bis zur Linea lat. u. med., oben und unten begrenzt durch die Arcus anteriores. Rückwärts hiervon die Segmenta posteriora, abgeschlossen durch die Lineae posticae, nach oben und unten abgerundet durch die Arcus posteriores. Ich hebe die allseitige Umgrenzung hervor, um damit zu zeigen, daß eine metrische Morphologie des Hufes möglich ist, ohne das Winkelmeßproblem überhaupt zu berühren. Würden wir unsere bisherige Analyse jetzt einem Konstrukteur übergeben, so wäre derselbe schon jetzt in der Lage, den Huf vor unsern Augen in allen wesentlichen Teilen korrekt aufzubauen. (Ich spreche zunächst immer von einem regelmäßigen Hufe mit gradlinig verlaufenden Wänden.)

Winkelmessung. Trotzdem halte ich es für durchaus notwendig, auch die Neigungsverhältnisse der Wandungen in Form von Winkelmessungen zu berücksichtigen, dieselben sind zur Vollendung der Anschauung durchaus notwendig. Ich verfolge das Problem aber nur so weit, als seine Erfüllung zu einem integrierenden Bestandteil des ganzen Systems wird und soweit seine mathematische Durchführung ohne irgend einen Zwang möglich ist.

Die angewandte Mathematik bewegt sich in durchaus leicht verständlichen Grenzen, weit ausholende Erörterungen sind bewußt vermieden. Eine Anzahl Leitsätze von grundsätzlicher Bedeutung sollen in Erinnerung gebracht werden (im wesentlichen nach Kambly, 30). Es wird zwar später nicht auf jeden einzelnen der angeführten Sätze bezogen werden, danach hätten es weniger sein können. Doch ist bei ihrer Zahl verblieben, weil sie alle für unsern Anschauungskreis wichtig sind:

1. Der Durchschnitt zweier Ebenen ist eine Gerade.
2. Neigungswinkel zweier Ebenen heißt der Winkel, den zwei in diesen Ebenen auf ihrer Durchschnittskante in einem beliebigen Punkte errichteten Lote miteinander bilden.
3. Der von zwei einander schneidenden Ebenen einseitig umschlossene Raum heißt ein Flächenwinkel. Die ihn begrenzenden Ebenen heißen Schenkelebenen.
4. Die Größe eines Flächenwinkels wird durch seinen Neigungswinkel gemessen.

5. Der Neigungswinkel einer geraden Linie gegen eine sie schneidende Ebene ist der von ihr selbst und ihrer Projektion auf die Ebene gebildete Winkel.
6. Dieser Neigungswinkel ist der kleinste von allen Winkeln, welchen die Gerade mit der Ebene bilden kann.
7. Ein Kegel ist definiert durch die Wanderung einer in einem Punkte fixierten Geraden (Mantellinie) an einer Kurve.
8. Je nach der Gestalt derselben gibt es symmetrische und unsymmetrische Kegel.
9. Ein Kegel heißt gerade oder schief, je nachdem seine Achse auf der Grundfläche senkrecht steht oder nicht.
10. Im schiefen Kegel heißt dasjenige durch die Achse gelegte Dreieck, welches auf der Grundfläche senkrecht steht, der Normalschnitt des Kegels.
11. Der Normalschnitt teilt nur den symmetrischen Kegel in zwei symmetrische Hälften.
12. Ein Kegestumpf läßt sich durch Erweiterung seines Mantels zu einem Kegel ergänzen.

Für den Huf ergäbe der in die Medianebene fallende Normalschnitt, sofern man davon reden will, ein unregelmäßiges Viereck. Derselbe teilt den Huf nie in zwei ganz symmetrische Hälften. Aus den Leitsätzen 7—12 lassen sich weiter die Gründe ableiten, nach welchen der Huf kein Kegel sein kann. Das Hauptargument ergibt sich aus Leitsatz 7 und 12: Danach kann kein Körper, der nicht durch gerade Mantellinien begrenzt wird, ein Kegel sein. Der Begriff Mantellinie schließt in sich, daß die am Hufe möglichen Geraden sich in einem Punkte, der Spitze des Kegels, vereinigen, d. h. daß die Ergänzung des Wandmantels zu einem vollständigen Kegel möglich ist. Das ist am Hufe, selbst bei Außerachtlassung von Wandverbiegungen, unmöglich; deshalb stellt er auch nicht den Stumpf eines wenn auch noch so unregelmäßig gestalteten Kegels dar.

Der einzige Winkel, dessen Feststellung nicht zum Streitobjekt der Autoren geworden ist, ist der Zehenwandwinkel. Er kann definiert werden als derjenige Winkel, den das Auge bei Betrachtung des Hufes von der Seite am Zehenteil beobachtet. Er wird gebildet einerseits von der vordersten Linie der Hufwand überhaupt, d. h.

deren Schnittlinie mit der Medianebene (Fig. 8, S. 39), andererseits der dem Auge bei Einstellung auf die Blickebene als Linie erscheinenden Bodenebene. Die vordere Profillinie ist unsere *Linea antica*. Da dieselbe beim regelmäßigen Huf in der Medianebene liegt, diese auf der Basisebene aber senkrecht steht, so ist ihr Neigungswinkel (s. Leitsatz 5) leicht und einwandfrei zu bestimmen: $\angle \pi$. Jeder senkrecht aufgestellte, in der Flucht der Medianebene befindliche Winkelmesser vermittelt richtige Resultate.

Die ganze Schwierigkeit des Winkelmeßproblems tritt aber vor jeden, der sich zur Messung der Seitenwandwinkel wendet. Infolge unserer Betrachtungsart wird es nicht nur möglich sein, jene Schwierigkeiten zu überwinden, sondern auch die unserm System entsprechende Anschauung zu gewinnen. Welche Winkel wollen wir als Seitenwandwinkel ins Auge fassen? Offenbar diejenigen, welche unsere Seitenlinien BC und LM (Fig. 3, 7, 28 und 29) als Profildeterminanten mit den Ordinaten AB und KL ihrer Fußpunkte bilden: Winkel σ und σ_1 . Das sind auch diejenigen Winkel, deren Schenkel das Auge in frontaler Aufsicht auf den Huf zu Gesicht bekommt, wobei die Basisebene, in die Blickebene eingestellt, als Linie BL (Fig. 7, S. 38) erscheint (AB und KL scheinbar zu BL zusammenfallend). Die Winkel σ und σ_1 sind weder konstruktiv noch begrifflich identisch mit den Basiswinkeln Wolffs oder den Achsenwinkeln Lechners.

Stehen wir nun vor der Aufgabe, die Linien BC und LM oder die Punkte C und M durch Winkelmessung im Raume, immer im Sinne unseres Fundamentalprinzips, zu fixieren, d. h. ihre Lage zur Basis- und Median- oder Achsenebene festzustellen, so haben wir wieder zwei resp. drei geometrische Orte für sie zu bestimmen. Als erster dient uns eine durch den Wandschenkel des Winkels σ (oder σ_1) senkrecht auf die Medianebene zu geführte Hilfsbene. (ABCD Fig. 3, S. 31.) Diese umschließt mit der Basisebene trachtenwärts einen Flächenwinkel, dessen Größe wir durch Messung seines Neigungswinkels (γ) feststellen (Leitsatz 3 und 4). Denken wir uns zu diesem Zwecke im Punkte P (oder L) in beiden Schenkelebenen des Flächenwinkels auf deren Schnittgeraden ALB Lote errichtet (LU u. LU₁ Fig. 3, S. 31), so zeigen uns diese den gesuchten Neigungswinkel an

(Winkel γ). Die Ebene ABCD ist fixiert. In dieser Ebene präzisieren wir den Schenkel BC oder LM (Fig. 28 und 29) leicht durch Messung des Winkels σ oder σ_1 mittelst geeigneten Transporteurs (2. geometr. Ort). Nehmen wir jetzt durch lineare Messung von BC oder LM deren Länge ab, so haben wir für Punkt C oder M seinen 3. geometrischen Ort und seine Lage im Raume ist auf dem Wege der Winkelmessung bestimmt.

Das Verfahren, welches wir soeben zur räumlichen Bestimmung der Lineae laterales angewandt haben, dient uns in gleicher Weise zur goniometrischen Definition der Trachtenlinien. Wir führen wieder jederseits eine projizierende Ebene durch die Linea postica senkrecht auf die Medianebene zu, bestimmen den Neigungswinkel dieser Ebene zur Basis und messen innerhalb der Hilfsebene den Wandwinkel σ_t (Fig. 10 u. a.). Die Länge seines in der Wand liegenden Schenkels bestimmt den Punkt p (Fig. 6, 8 u. a.), der dann auch auf dem Wege der Winkelmessung fixiert ist.

Fasse ich zusammen, so ergibt sich, daß wir uns zur Bestimmung der Winkelungsverhältnisse der Wandung, so wie sie das Auge bei der Einstellung der Hufbasis in die Blickebene wahrnimmt, an Seite und Tracht gewisser von der Natur prädestinierter Linien (Lineae laterales und Lineae posticae) bedienen. Diese Linien bilden mit den Ordinaten ihrer Fußpunkte in der Basisebene je einen Winkel, den wir, die Wolffsche Bezeichnung Basiswinkel läge sehr nahe, kurzweg Wandwinkel nennen wollen (lateraler und medialer Seitenwandwinkel, lateraler und medialer Trachtenwandwinkel). Man beachte die spezifische Definition! Außerdem messen wir den Neigungswinkel derjenigen Ebene (ABCD Fig. 3, S. 31) zur Basis, welche unsere Seiten- und Trachtenlinien auf die Medianebene projiziert (Winkel γ). Er ist für den Wandwinkel der koordinierte Flächenwinkel. Da Wandwinkel und koordinierter Flächenwinkel weder mit den Wolffschen noch Lechnerschen Basis- oder Achsenwinkeln identisch sind, vermeide ich ihre Nomenklatur.

Es wird auffallen, daß wir uns mit der Messung von 5 Winkeln für unsere Morphologie begnügen; Ein Zehenwand-, 2 Seitenwand-, 2 Trachtenwinkel. Ich möchte sagen, daß wir, objektiv betrachtet, nicht mehr nötig haben. Es sind diejenigen, nach welchen die Anschauung allein verlangt, und diejenigen, welche allein von der Natur an jedem Hufe unverschiebbar festgelegt sind und

keiner künstlichen Konstruktion bedürfen. Hierauf ist ja am meisten Wert gelegt worden.

Aber noch ein Winkel an Seite und Tracht muß in den Kreis der Betrachtung gezogen werden, dessen morphologische Bedeutung zwar z. Zt. für untergeordnet gehalten wird, der jedoch bei Untersuchungen über Statik und Mechanik des Hufes von Wichtigkeit werden kann. Es ist ein Winkel, den das Auge nicht sieht, der aber im mathematischen Sinne die Neigung unserer Seiten- und Trachtenlinien zur Basilarebene darstellt. Um ihn mit Bezug auf die ersteren zu finden (Fig. 28 u. 29, S. 80 u. 82), müssen gemäß Leitsatz 5 (S. 41) die Linien BC (s) oder LM (s₁) durch Fällung der Lote CH von C und MQ von M aus auf die Basis projiziert werden; diese Lote sind unsere zu messenden seitlichen Höhen h_s und h_{s₁}. Ihre Fußpunkte (H und Q), mit den Extremis B und C verbunden, geben die Projektion der Seitenlinien s und s₁ auf die Basis. Der von ihnen und ihrer Projektion eingeschlossene Winkel (n_s oder n_{s₁}) stellt den mathematischen Neigungswinkel der Linea lateralis oder medialis zur Basilarebene dar; sein Sinus ist der Quotient aus gemessener Höhe (h_s oder h_{s₁}) und gemessener Länge der Seitenlinien (s oder s₁).

Wir sind am Objekt also ohne mathematische Konstruktion und Apparate in der Lage, ihn rechnerisch aus dem einfachen Verhältnis von Höhe durch Länge $\left(\frac{h_s}{s} \text{ oder } \frac{h_{s_1}}{s_1}\right)$ zu bestimmen. Ich nenne dies Verhältnis an den Seiten- und Trachtenlinien ihren Neigungskoeffizienten. Morphologisch beschäftigt derselbe uns im Rahmen der Hoplometrie zunächst nicht.

Wir verlassen damit das Winkelproblem, zumal es für uns nur Teil eines größeren Ganzen war. Es soll späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, die Winkelfrage im hoplometrischen Sinne so auszuarbeiten, daß es möglich wird, auch die Winkelungen anderer Maßlinien als der natürlichen an Wand und Basis zu bestimmen.

Die theoretische Entwicklung der Grundzüge des hoplometrischen Systems sei hiermit abgeschlossen. Wer an der Richtigkeit des Weges oder der Zweckdienlichkeit der gegebenen Definition hinsichtlich Aufbau eines Gesamtbildes zweifelt, der nehme zur objektiven Prüfung nicht nur einen Normalhuf, sondern einen recht

unregelmäßigen, typisch schiefen (Fig. 17, S. 66), engen, weiten, Zwang- oder Bockhuf (die rein pathologischen Formen gehören noch nicht in den Kreis unserer Betrachtungen). Man wird sich dann davon überzeugen, daß das entwickelte System ein klares und übersichtliches Bild von jedem Typus zu geben imstande ist, mit einer Korrektheit, zu der man bei der bisherigen beschreibenden Methode niemals gelangen konnte.

Instrumentarium und Technik.

Allgemeine Forderungen. Wenn man die beschriebenen Messungen mit wünschenswerter Präzision ausführen will, so bedarf man etwas mehr als Lineal, Winkelmaß und Zirkel, umsomehr, als Augenmaß und Augenschein soweit als irgend möglich ausgeschaltet werden sollen. Dazu gehörte die Zusammenstellung und Neuschaffung eines geeigneten Instrumentariums. Das beste theoretische System konnte nichts nutzen, solange die Mittel seiner Anwendbarkeit fehlten. Wie sollte es möglich werden, Länge, Breite und Höhe unserer Merkpunkte zu messen? Wie sollten wir Punkte und Linien projizieren auf Ebenen, die nur in unserm Geiste ein Bild hatten? Dabei mußten Einfachheit des Verfahrens und Durchsichtigkeit der Technik die Hauptgrundsätze der metrischen Praxis sein. Nichtsdestoweniger wird eine wissenschaftliche Hoplometrie stets eine subtile Kunst sein und bleiben, und wer sich mit ihr befaßt, muß großes Interesse zur Sache und Geduld haben. Die größte Geduld und Exaktheit gehört zur Gewinnung der Definitionspunkte, weil von ihrer peinlichen Präzisierung die Genauigkeit der absoluten und mehr noch der relativen Maßzahlen abhängt. Eine von schlecht präzisierten Punkten abgenommene Größe ergibt nicht nur eine unrichtige absolute Zahl, sondern eine noch schlechtere, weil durch Rechnung abgeleitete relative (Indices).

Ein peinliches Auge, eine ruhige Hand und eine gewissenhafte Anwendung der gegebenen Grundsätze sind deshalb Hauptforderungen für die Ausübung des neuen Verfahrens. Es empfiehlt sich namentlich im Anfang, die fundamentalen Bestimmungen nicht einmal, sondern öfter vorzunehmen. Hat man beispielsweise nach Fixierung der Tragerandpunkte auch die Kronenpunkte bestimmt, so kehre man zu einer Kontrolle am Tragerande zurück und prüfe zuletzt auch die Kronenfläche noch einmal. Im übrigen gelten hier die

gleichen Erfahrungen wie in jeder andern Technik: Man muß sich die nötige Sicherheit und Übung erst erwerben, was bald zu erreichen ist, wenn man über eine gewisse manuelle Geschicklichkeit verfügt.

Zu diesen subjektiven Vorbedingungen, die zur Ausübung der Meßtechnik erfüllt werden müssen, kommen solche des Objekts, die nicht minder bedeutungsvoll sind. Nicht jeder Huf eignet sich ohne weiteres zur hoplometrischen Definition. Ein Exemplar, dessen Hornteile durch Nichtgebrauch und mangelhafte Abnutzung groteske Verbildungen erfahren hat, kann uns ebensowenig nützen, wie ein solches, bei dem ausgebrochene Teile die Fixierung der Merkpunkte überhaupt unmöglich machen. Wieweit ein solcher Huf, wenn er dennoch gemessen werden soll, bestimmbar bleibt, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Man kann auch auf Schädelfragmente nicht die gesamte Kranioimetrie anwenden.

Ein zur allseitigen Messung bestimmter Huf muß mit größter Sorgfalt rationell beschnitten werden, insbesondere muß sein Tragerand scharfkantig bleiben, da die Festlegung der *Curvatura basilaris* mit ihren Definitionspunkten sonst unmöglich wird. Man braucht beim Beschneiden eines Hufes für die Zwecke der Messung nicht allzu ängstlich zu sein, wenn nicht zu viel abgetragen und der Huf so deformiert wird. Diese Sorge ist deshalb unnötig, weil es uns selten oder nie darauf ankommt, absolute Maße zu erhalten und die relativen werden um nennenswerte Größen nicht beeinflußt. Denn durch sachgemäßes Beschneiden, beispielsweise des Tragerandes, wird nicht nur dieser, sondern in gleichem Maße auch Krümmung, Länge, Breite, Höhe verändert. Nur darf eben die Vorbereitung mit dem Hufmesser das rationelle Maß nicht überschreiten, und die Arbeit am vorzubereitenden Huf muß exakt sein. Obwohl diese nach den im Unterricht festgelegten Grundsätzen vor sich gehen soll, muß doch gesagt werden, daß das allgemein nur zum Beschlagen übliche Beschneiden nicht genügt. Als Grundsatz kann gelten, daß zwar die Vorarbeit unter den nötigen Hinweisen von einem Schmiede geschehen kann, die feinere Zurichtung aber der Hand des hoplometrisch Orientierten bedarf.

Ist es aber nicht möglich, ohne die Form des Hufes zu zerstören, einen scharfen Tragerand durch Beschneidung zu erhalten, soll beispielsweise ein Huf mit ausgebrochener Wand der Analyse

unterworfen werden, so haben wir die vorhandene Lücke im Sinne der Gesamtformation künstlich auszufüllen. Hierzu hat sich am besten künstliches Hufhorn bewährt. Es besitzt die nötige leichte Schmelzbarkeit ebenso wie nach dem Erkalten die nötige zähe Härte. Hufleder kitt ist zu weich. Nach einiger Übung wird es ein leichtes sein, Lücken im Tragerande ganz harmonisch auszufüllen, sodaß der Verlauf der natürlichen Linien in keiner Weise verletzt wird. Handelt es sich um kleinere Defekte, die nicht gerade an den Maßstellen liegen, so kann auch mit dem metallenen Bandmaß über die Schäden hinweg richtig gemessen werden, ohne diese vorher auszufüllen.

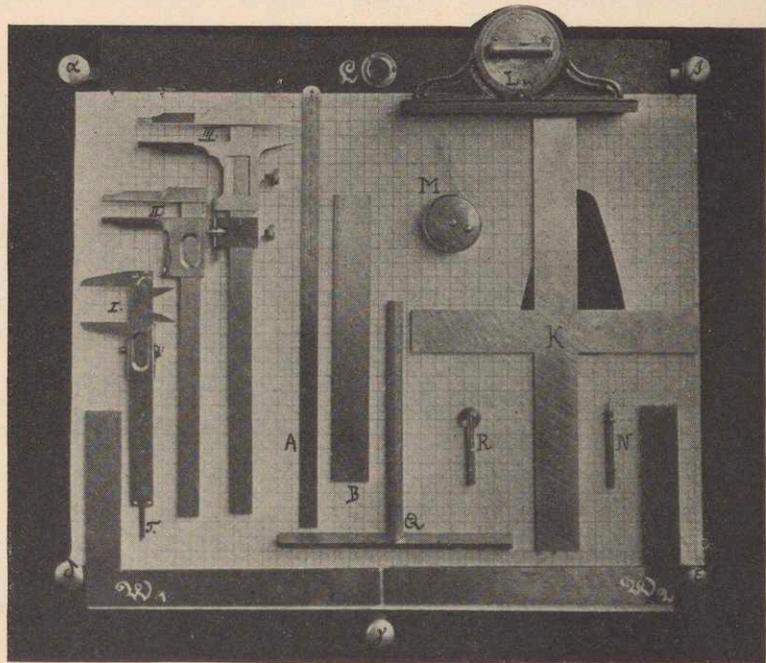
Zur Verwendung kommen am besten nur frische noch nicht ausgeschuhte Hufe; außerdem können frisch ausgeschuhte oder solche, die gleich nach dem Ausschuhem ausgegipst worden sind, verwendet werden. Geschieht letzteres nicht, so macht sich die „Retraktilität“ des Hornschuhes geltend, nämlich „das Bestreben der Hornwand, sich zu verengern“. Diese Veränderungen machen sich besonders am Kronenrand und zwar am stärksten nach den Trachtenecken zu sehr bald nach dem Ausschuhem bemerkbar und verändern seine Curvatur und damit die Winkelverhältnisse der Wand um ein beträchtliches.

Die Hilfsmittel der Definition und Fixierung. Wir können unsere technischen Hilfsmittel einteilen erstens in solche, die der Fixierung und gleichzeitigen Messung der Definitionspunkte und Linien dienen, und zweitens in solche, die lediglich zur Messung bestimmt sind. Zur ersteren Gruppe gehören diejenigen, welche unser System erst durchführbar machen: Eine mit sogenanntem Projektier- oder Millimeterpapier (oder Leinwand) bespannte, als Meßtisch dienende starke hölzerne Platte (Fig. 9, S. 48), die durch Nivellierschrauben (α , β , γ) mit Hilfe einer auf ihr angebrachten Dosenlibelle (L) in die Horizontale eingestellt werden kann. Die Schrauben δ und ϵ an den Ecken dienen nur zur Vermeidung des Kippens und werden erst nach der Nivellierung zum Stützen gebracht. Wir haben auf diese Weise ein Fundament, welches von einem Netz außerordentlich zahlreicher rechtwinklig sich kreuzender gerader Linien durchzogen wird, die uns die Möglichkeit liefern, wenn der zu messende Huf mit seiner Medianebene auf eine Gruppe der Millimeterlinien eingestellt ist, unsere Meßwerkzeuge stets

senkrecht auf den Huf und seine Medianebene zuzuführen, wofern dieselben nur die Richtung der andern Gruppe der Millimeterlinien innehalten. Damit ist auch die weitere Möglichkeit gegeben, in der Richtung unserer Projektionslinien, der Ordinaten und Abscissen der Merkpunkte zu messen.

Metrische Normale und Facies basilaris. Zwecks Einstellung auf die Medianebene wird es sich in erster Linie darum handeln, unsere morphologische Konstante, die metrische Normale am

Fig. 9.

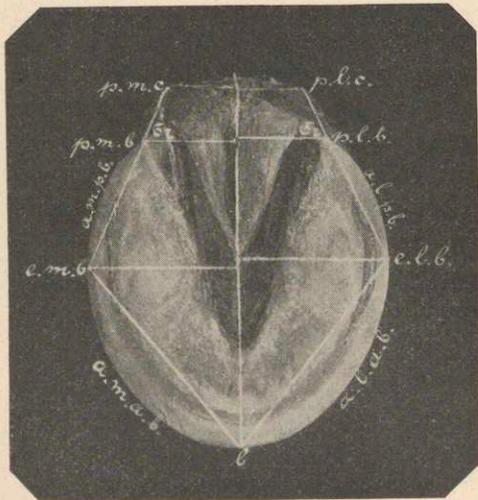


Instrumentarium.

Hufe greifbar darzustellen. Zu diesem Zwecke betrachten wir die Norma basilaris (Fig. 10, S. 49) und fixieren mit Hilfe eines (je nach Größe des Hufes) 3—5 cm breiten, 0,4—0,5 mm starken Streifens Kartonpapier durch scharfes Visieren über Strahlspitze, Mitte des Strahlkörpers und Mitte der mittleren Strahlfurche und ihrer Verlängerung hinweg die metrische Normale dergestalt, daß die eine Kante des Kartonpapiers mit der metrischen Normalen

zusammenfällt. Der Huf wird dabei am besten quer in Augenhöhe gehalten. Man betrachte den Huf jetzt auch in der Norma coronaria, frontalis, retrorsa, immer prüfend, ob die fixierte Normale in allen Aufsichten das Auge befriedigt. Die vom Kartonstreifen bedeckten Abschnitte am Tragerand, wenn möglich auch am Strahlkörper, sind am besten vorher mit Kaltleim oder gutem Kleister bestrichen worden, auf welcher Zwischenlage beim Visieren hin und hergleitend der Streifen gerichtet und nach beendetem Visieren endgiltig festgedrückt wird. Dann wird der Huf zum Trocknen bei-

Fig. 10.



Norma basilaris.

seite gestellt, bis der Streifen unverrückbar festliegt. Ist das der Fall, so kann man die metrische Normale an Strahl und Sohle an geeigneten Stellen anritzen, anbrennen oder mit Bleistift markieren. Es ist zu empfehlen, das Papier mit Hilfe einer Beschneidemaschine oder mit Hilfe eines Metalllineals und Federmessers zu beschneiden. Das Zurechtschneiden mit der Schere wird unzulänglich. Bietet der Strahl zur Festheftung des Papiere nicht die gewünschte Auflage, erhebt sich derselbe beispielsweise über die Ebene des Bodenrandes hinweg, so schaffe man sich mit dem Rinnmesser im Strahlkörper eine genügende Auflage. Erreicht das Papier den

Strahl nicht, wie gewöhnlich bei Zwanghuf, Bockhuf, so wähle man das Kartonpapier genügend breit, daß die Trachtenecke zur Anheftung benutzt werden kann. Durch zu große Breite störende Teile des Papierstreifens können nach der Fixierung wieder entfernt werden. Die vom Papier bedeckten Merkpunkte (Postrema) werden gleich beim Aufkleben durch präzise geführte Nadelstiche markiert, oder es werden hierzu noch besser entsprechende Fenster in das Papier geschnitten.

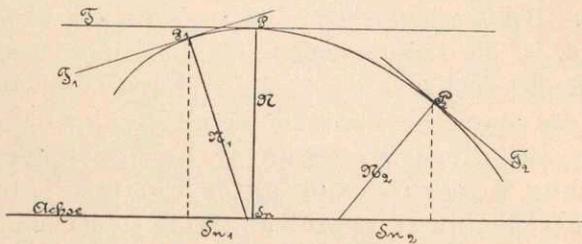
Als ausgezeichnetes Hilfsmittel ist das Umspannen des Hufes in Richtung der metrischen Normalen und der Medianebene mittelst einer dünnen 1 mm starken Gummischnur zu empfehlen. Dieser kleine Kunstgriff kann eine sehr gute Anschauung des Median-schnitts des Hufes vermitteln und kann selbst zur direkten Abnahme von Basilarmaßen benutzt werden. Es empfiehlt sich, dann durch einige feine Kerbe, die in das Horn geschnitten werden, ein Verschieben oder Abgleiten des Gummifadens zu verhindern. Durch die Festlegung der metrischen Normalen ist gleichzeitig ein wichtiger Punkt für fernere Markierungen mitbestimmt: Das Basion. Dasselbe wird mit der Markiernadel N (s. Instrumentarium Fig. 9, Seite 48) auf der Hornwand angeritzt, später eingebrannt. Allgemein empfiehlt es sich, die markierten Punkte mit roter oder weißer Tinte je nach Farbe des Hornes oder auch mit farbigen sogenannten Fettstiften für das Auge deutlich erkennbar hervorzuheben. Besonders einfach und sicher markiert man an der Krone durch Einstechen von Filmnadeln, die bis zur Dauermarkierung durch Brennpunkte an der Stichstelle verbleiben.

Man bringe jetzt den Huf auf den Meßtisch und stelle ihn mit der sichtbar gemachten metrischen Normalen auf eine Linie der Millimeterteilung ein, möglichst so, daß das Basion mit einem Kreuzungspunkte der die ganzen Zentimeter darstellenden Projektierlinien zusammenfällt. Der Streifen Kartonpapier kann jetzt vor der Zehe und hinter der Tracht mit Reißzwicken auf der Meßplatte festgeheftet werden. Der Tragerand erscheint jetzt unspannen von einer großen Zahl feiner, rechtwinklig sich kreuzender Linien, deren eine Gruppe gemäß unserer Einstellung in ihrer ganzen Vielheit parallel verläuft zur Medianebene. Wir können sie auffassen als Abscissen ihrer Schnittpunkte mit der Curv. bas. (X-Linien). Senkrecht auf die erste Gruppe und die Medianebene zu steuert die andere, die wir auffassen als Ordinaten ihrer Schnittpunkte

mit der Curv. bas. (Y-Linien). Haben wir irgendeinen Punkt P oder P_1 auf der Kurve, so können wir deren Coordinaten x und y oder x_1 und y_1 ohne weiteres metrisch bestimmt vom Millimeterpapier ablesen.

In doppelter Hinsicht wertvoll sind die Millimeter-Coordinaten für die bilateralen Extrema. Ihre bis jetzt noch nicht erfolgte Feststellung wird uns ein leichtes sein, wenn wir beobachten, an welcher Stelle der Kurve die X-Linien jene nicht mehr schneiden, sondern nur berühren oder sich ihr proximal nähern. Man markiere diese Punkte jederseits mit der Markiernadel oder zugespitztem Buntstift auf der Hornwand und mit feinem Bleistift auf dem Millimeterpapier. Hierbei ist darauf zu achten, daß man bei nicht ganz scharf aufliegendem Tragerande eher vom Hufe abkommt. Man strebe in guter Absicht nicht sohlenwärts, das ergibt verkleinernde Ungenauigkeiten. Die Maßzahlen der Ordinaten und Abscissen beider Extrema, ihre Länge und Breite, sind direkt vom Millimeterpapier abzulesen. Wir haben dann die Extrema mit Hilfe von Tangenten gefunden, die zur X-Achse (metr. Normale) parallel verlaufen. Wenn man nämlich an eine Kurve, die konkav zu ihrer Achse verläuft, eine der Achse parallele Tangente zieht, so berührt diese die Kurve im Punkte des größten Abstandes. Beweis:

Fig. 11.



(Fig. 11). In jedem Punkte der Kurve (P, P_1, P_2) kann ich eine Tangente an dieselbe legen (T, T_1, T_2) und im Punkte selbst eine Normale errichten (N, N_1, N_2). Die Normale schneidet im allgemeinen die Achse unter einem von einem Rechten verschiedenen Winkel. Dieser Winkel wird ein rechter, sobald die Subnormale, d. i. die Projektion der Normalen (S_n, S_{n_1}, S_{n_2}) gleich Null wird. In

diesem Falle ist die Normale ein Maximum, und die Tangente ist parallel der Achse, d. h. sie berührt den äußersten Punkt der Kurve.

Der Hilfe des Millimeterpapiers bedürfen wir nicht zur Bestimmung der bilateralen Postrema der Basis. Beide Punkte sind Ausdruck der von der Natur gegebenen Trachtenecken; sie werden aus rein praktischen Gründen am besten schon vor Verbringen des Hufes auf die Meßplatte bezeichnet. Zur Auffindung des Postrema bediene ich mich zweier Wege, deren jeder zur Kontrolle des andern dient und welche beide wegen der „Indistinktheit“ dieser durch regelloses Hornwachstum einerseits, durch schlechtes Beschneiden andererseits morphologisch gefährdeten Stelle notwendig sind:

1. An der medianwärts gelegenen Kante der Eckstrebe, ich nenne sie *Linea angularis*,¹⁾ gehe ich gradlinig nach hinten bis zum Schnittpunkt mit dem Tragerande und markiere daselbst.
2. Auf denselben Punkt zu werde ich im Verfolg der vom hintersten Punkte der Sohlenecke herleitenden Streifung geführt, welche der hier besonders deutliche Ausdruck der Wand-Hornstruktur ist.

Das strahlwärts von der *Linea angularis* an den Trachtenecken etwa noch überragende Horn kann als „wildes Horn“ entfernt werden, da es morphologisch, statisch und mechanisch ohne Bedeutung ist. Bei Trachtenecken, welche gegen den Strahl zu eingebogen sind, ist die *Linea angularis* im Sinne ihrer Hauptrichtung und unter Berücksichtigung der Dicke des Eckstrebenhornes zu verfolgen und das gewonnene Postr. auf die zweite Art zu kontrollieren. Man kann auf diese Weise unter Berücksichtigung nur anatomischer Merkmale und unter Fortfall jeder künstlichen Konstruktion stets einwandfreie Postrema erhalten. Wenn es die Form des Hufes gestattet, werden die Postrema der Basis auch auf dem Millimeterpapier markiert und ihre Länge und Breite, diesmal nach Aufheben des Hufes, vom Papier abgelesen. Die Maße am Objekt sind mit den vom Papier abgelesenen zu vergleichen.

Der Vorgang, der sich bis jetzt zur metrischen Definition des Tragerandes abgespielt hat, ist zusammengefaßt der, daß wir den

¹⁾ Entsprechend der „*Pila angularis*“ = Eckstrebe (Schmaltz).

Huf mit seiner metrischen Normalen und dem Basion auf einen Bogen Millimeterpapier gestellt haben, dessen Linien uns einmal mit größter Exaktheit die Extrema basilaria fixieren halfen, dann aber auch gestatteten, die Längen und Breiten der Merkpunkte an Seite und Tracht durch Ablesen vom Millimeterpapier zu messen. Auch die maximale Basilarlänge ist hierbei mitbestimmt worden. Sie ist die längere der beiden Abcissen der Postrema. Wir haben also mit der Bestimmung der basilarer Merkpunkte gleichzeitig eine Methode ihrer Messung kennen gelernt, beides fiel gleichsam ineinander. Eine zweite Erörterung der Abnahme der Bodenmaße erfolgt später.

Facies coronaria. Tangentialcomparator. Es bedurfte an der Krone eines Hilfsmittels, welches Ersatz bot für die nicht anwendbaren Vorteile des Millimeterpapiers, es hat Gestalt angenommen in einem mehrfach zur bildlichen Darstellung gekommenen Tangierungsapparate (Fig. 12 und 13)¹⁾. Derselbe ist nicht nur zum Tangieren und Festlegen der Merkpunkte an der Krone bestimmt, sondern er ermöglicht auch die Abnahme der in Betracht kommenden Kronenmaße. Längen kann man im allgemeinen entweder durch direkte Abmessung oder durch Übertragung mittelst eines Zwischenapparates messen, abgesehen von der optischen Methode. Diese Übertragung für die im Hufe selbst nicht zugänglichen Kronenmaße vermittelt der zu diesem Zwecke von mir konstruierte Tangentialcomparator (Fig. 12, 13, 21 u. 27).

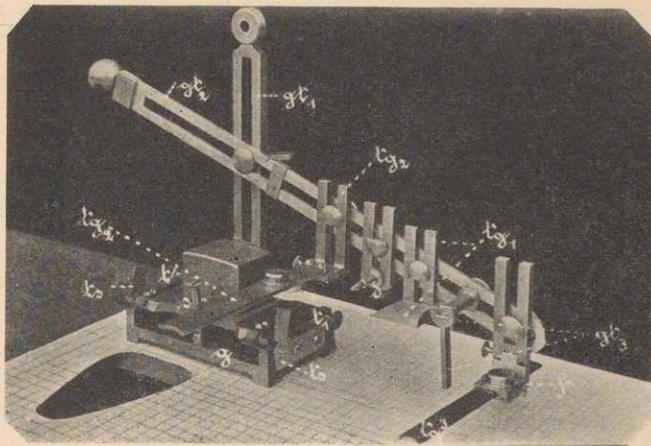
Er besteht aus einer rechteckigen scharfkantigen Grundplatte (g), auf welcher der Schienenschaft gt_1 um die Achse tt_1 neigbar aufgebaut ist. Der Grad der Neigung wird durch Schraubensführung (s) vermittelt und ist am Transporteur (ts) ablesbar. Am Schienenschaft bewegt sich auf- und abgleitend und in der Ebene des Schaftes beliebig neigbar, die Gleitschiene gt_2 , die ihrerseits drei Tangierungslineale ($tg_1, 2, 3$) trägt. Mit allen dreien können vermöge ihrer Befestigung durch Gleitschienen sehr verschiedene Höhen aufgesucht werden. Lineal tg_1 , dessen Kante longitudinal, parallel zur Ebene der Gleitschiene gt_2 , verläuft, dient zur seitlichen Tangierung; tg_2 und tg_3 ragen quer zur selben Ebene der Gleit-

¹⁾ Für die Herstellung des Apparates bin ich Herrn Mechaniker M. Bojanowsky zu besonderem Danke verpflichtet. Derselbe ist mit großem Verständnis meinen Angaben gefolgt und hat die mühevollen Herstellung des Apparates mit dankenswerter Exaktheit durchgeführt.

schiene gt_2 frei in den Raum. Sie tragen beide auf ihrer Ober- und Unterseite je eine Libelle, welche ermöglicht, die Lineale horizontal, also bei vertikal stehendem Schaft gt_1 , immer senkrecht auf diesen oder die Flucht seiner Ebene zu einzustellen. Lineal tg_3 ist außerdem in seiner Längsrichtung in dem Backenstück f verschiebbar.

Die Anwendung des Apparates geht aus folgender Betrachtung hervor. Auf der Grundplatte g , die sich infolge ihrer scharfkantig

Fig. 12.



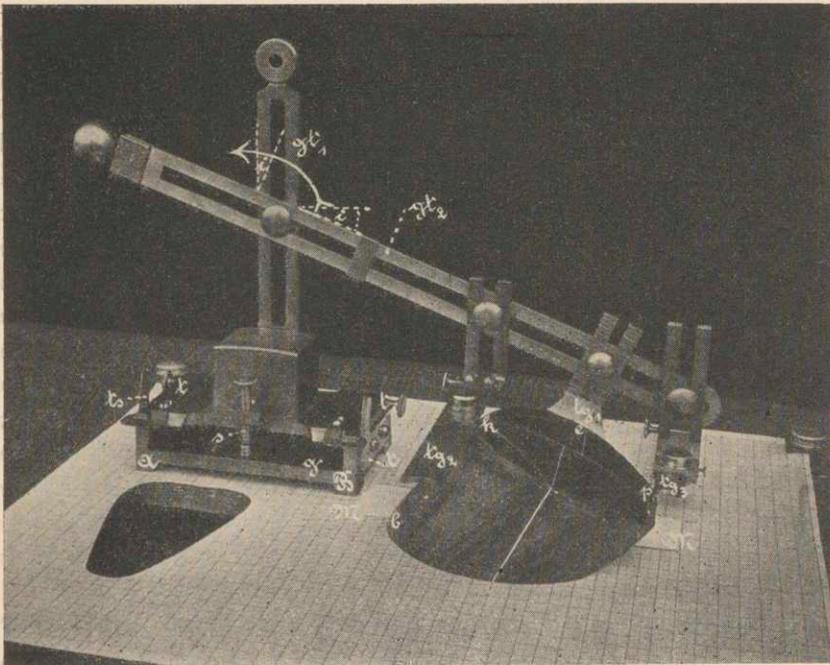
Tangentialcomparator.

rechtwinkligen Form leicht auf die Linien des Projektierpapiers einstellen läßt, erhebt sich der Schaft gt_1 . Seine Schienen und die Flucht ihrer Ebene, also auch die Gleitschiene gt_2 und ihre Ebene repräsentieren die Median- oder Achsenebene. Beide Teile sind im Sinne ihrer Ebene vertikal oder der Neigung der Zehenachse entsprechend einstellbar. Da nun das vordere und hintere Tangentiallineal mit Hilfe der Libellen horizontal gestellt werden kann, sind deren Kanten als Projektionslinien mit Bezug auf die Medianebene verwendbar. Sie stellen, entsprechend eingestellt, schlechthin die Ordinaten unserer Merkpunkte dar.

Hiernach vollzieht sich die Benutzung des Apparates wie in Fig. 13 dargestellt. Derselbe wird so auf den in die metrische

Normale genau eingestellten Huf zugeführt, daß das seitliche Lineal tg_1 den Kronenrand seitwärts berührt (e), während die Sockelkanten AB auf dem Millimeterpapier ihre sagittale Richtung durch die parallel zur metrischen Normalen verlaufende Liniengruppe mit Leichtigkeit findet. Das vordere Lineal führe man, unter Wahrung seiner Horizontalstellung mittelst der Libelle, gegen den vorderen Rand

Fig. 13.



Der Comparator auf Tangierung eingestellt.

der Krone und markiere den Berührungspunkt durch Einstechen einer Nadel auf dem obersten Hornwandrande (k) und mit spitzem Bleistift auf dem Lineal (die Striche auf dem Lineal lassen sich leicht wieder fortwischen). Die tangierende Kante des Lineals stellt jetzt die Y-Achse der Kronenkurve dar. Ihr Berührungspunkt kann als ihr Koordinatenanfangspunkt gelten und ist morphologisch das auf diesem Wege gefundene Koronion.

Einen zweiten Weg zu seiner Bestimmung gebe ich bei der Technik der Winkelmessung.

Da die Kante des seitlichen Lineals tg_1 nach Konstruktion parallel zur Ebene der Gleitschiene gt_2 , diese Ebene aber ebenfalls nach Konstruktion parallel zur Sockelkante AB verläuft, letztere aber wieder kraft des Milliméterpapiers parallel zur metrischen Normalen und der Medianebene eingestellt ist, so ist auch die tangierende Kante von tg_1 parallel zur Medianebene, mithin auch parallel zur Achse (X-Achse) der Kronenkurve. Es folgt also aus dem auf Seite 51 u. 52 gegebenen Beweise für die Extrema der Basis, daß wir im Berührungspunkte (e) tatsächlich das Extremum der Curvatura coronae besitzen. Man bezeichne sich wieder den Berührungspunkt auf dem Lineal tg_1 mit fein zugespitztem Bleistift und steche in die entsprechende Stelle am Kronenrande eine Markiernadel ein (e). Macht sich je der Berührungspunkt infolge der dunklen Farbe des Hornes dem Auge bei seiner Bestimmung in der Aufsicht schlecht bemerkbar, so halte man ein Stück weißes Papier unter das Tangierungslineal, und der Punkt wird sich deutlich abheben. Die auf den Linealen bezeichneten Merkpunkte brauchen wir später zur Abnahme der betreffenden linearen Entfernungen. Es ist zu empfehlen, das Lineal beim Tangieren nicht schwer gegen die Wand zu legen, sondern im Gegenteil, um Haaresbreite Luft zu lassen, weil die Fixierung dadurch eine leichtere und sicherere wird. War diese lateral vollzogen, so verbringe man den Apparat auf die mediale Seite des Hufes und lege die Schiene gt_2 mit ihren Adnexen in Richtung des Pfeiles um und verfare in gleicher Weise. Beide Extrema sind damit gewonnen.

Der Gewinnung der beiderseitigen Postrema mittelst des Tangierungsapparates, die ganz gemäß dem bis jetzt entwickelten Prinzipie vorgenommen werden müßte, stehen anatomische Eigentümlichkeiten im Wege. Das Horn des Strahles ragt in seinem Ballenteil über die Linea postica nach hinten hinaus, wir stoßen also bei der postremen Tangierung nicht auf die hintersten Punkte der Hornwand, die uns hier allein interessieren, sondern auf Strahlhorn. Wir können das Lineal mit seiner äußersten Spitze nur bis auf den Merkpunkt heranzuführen, weshalb uns dasselbe nur zur späteren Messung dienen soll. Durch Umbiegung der Hornwand in die Eckstrebe entsteht an der Tracht ein spitzer Flächenwinkel (s. Leitsatz 3, S. 40), der Trachtenwinkel, auf dessen Scheitelkante

sich der Verlauf der Hornröhrchen naturgemäß einstellt. Die vom Postremum basilare kronenwärts verlaufenden Hornröhrchen werden uns also diese Scheitelkante als *Linea postica* abgeben und uns auf das Postremum coronae zuführen. Dasselbe ist also Kreuzungspunkt des bezeichneten Hornröhrchens mit dem obersten Rande des Wandhorns (Saumband durch Betasten ausschalten). Morphologie und anatomische Struktur gehen hier Hand in Hand. Eine weitere, durch die Anatomie der Eckstrebe gerechtfertigte Kontrolle des *Postr. coron.* übe ich dadurch aus, daß ich die seitlichen Strahlfurchen ballenwärts bis zum Kronrand visierend verfolge; ich komme nach der Erfahrung auf diesem Wege gleichfalls richtig zum Postremum coronae.

Zur Markierung lege man ein dünnes biegsames Metalllineal A (Abb. 9, S. 48) vom Postremum basilare in Richtung der Hornröhrchen scharfkantig auf die Krone zu und steche mit einer Markiernadel das korrespondierende Postremum der Krone an. Für die Fixierung der Kronenpunkte muß die allgemeine Regel gelten, daß am ausgeschuhten Huf der sich meist leicht einrollende weiche Rand des Saumbandes unberücksichtigt bleibt. In welcher Breite dies zu geschehen hat, ergibt sich in praxi ganz von selbst, eine Zahlengröße läßt sich bei dem verschiedenen Grad dieser Erscheinung nicht angeben. Am zutreffendsten ist es wohl, die Kronenkrümmung da anzunehmen, wo der gradlinige Verlauf des Wandmantels aufhört und die Einrollung des Saumbandes beginnt. Beim unausgeschuhten Hufe ist die obere Wandgrenze durch Betasten mit Sicherheit festzustellen.

Hornröhrchenverlauf. Wir sind mit den letzten Erörterungen auf die allgemeine Frage gekommen, wie weit die Hornröhrchen zur morphologischen Bestimmung benutzt werden können. Meine zahlreichen Beobachtungen haben ergeben, daß sich die Hornröhrchen an der Zehenmitte wie an den Trachtenwinkeln auf die natürlichen Grenzlinien (Konfigurationsdeterminanten) einstellen, an den Seitenwänden dagegen nicht, wenigstens in der Regel nicht. Die Abweichung des Hornröhrchenverlaufs von den Seitenlinien (*Lin. lat. et med.*) kann recht erheblich werden, ich habe bis zu ca. 25° gemessen. Das braucht mit ihrer statischen und mechanischen Bedeutung an dieser Stelle nicht in Widerspruch zu stehen. Jedenfalls geht daraus hervor, daß der Verlauf der Hornröhrchen nur dort zur Feststellung der Form benutzt werden darf, wo derselbe mit den

morphologischen Begrenzungslinien zusammenfällt, also an der Zehennitte (Lin. antica) und an den Trachtenwinkeln (Lin. posticae). Für die beigegebenen Abbildungen (s. bes. Fig. 8, S. 30) ist deshalb ein Huf gewählt worden, der diese Erscheinung besonders deutlich wiedergibt. Obwohl derselbe zum Typus des annähernd regelmäßigen Hinterhufs gehört, kreuzen die Hornröhrchen die „Seitenlinien“ unter einem erheblichen Winkel und laufen in frontaler Betrachtung in seichtem Bogen über die Profilkante des Hufes hinweg (Fig. 7, S. 38), sodaß man den Gedanken, sie hier als morphologische Richtlinien zu benutzen, ohne weiteres aufgibt.

Die Hilfsmittel der direkten Messung. Hiermit wäre die Fixierung der Merkpunkte beendet, und es kann nunmehr zur weiteren Abnahme der Maße geschritten werden. Ein Verfahren zur Gewinnung der Bodenmaße haben wir bereits kennen gelernt. Es war die Übertragung der Bodenkurvatur auf Projektierpapier und Ablesung der Längen und Breiten von diesem. Ein zweites Verfahren ist die direkte Abnahme der Maße vom Huf. Ohne geeignete Hilfsmittel ist auch die Messung linearer Größen an irgendeinem Teile des Hufes nicht durchführbar. Das, was dem Auge als gerade Linie erscheint, beispielsweise die Längslinie an einem Wandabschnitt, ist es in Wirklichkeit meist nicht. Jedes Lineal, welches wir zum Messen anlegen, gibt uns Aufschluß darüber. Wir brauchen also ein Instrument, welches uns zwischen zwei Meßpunkten unabhängig von der zwischen ihnen liegenden Masse, quasi die Luftlinie, die eigentliche lineare Entfernung angibt. Es läge nahe, hierzu den Tastzirkel zu benutzen. Hiervon ist abgesehen worden, weil seine Anwendung fast stets beide Hände erfordert und derselbe nicht so vielseitig ist wie die Schublehren. Eine Universalschublehre, wie sie allen unseren Anforderungen genügen dürfte, ist im Handel nicht käuflich. Man müßte sie sich als Präzisionsinstrument für teures Geld herstellen lassen. Man tut deshalb besser, 2—3 Exemplare von käuflichen Schublehren zu benutzen, deren jede für gewisse Spezialaufgaben bestimmt ist. Bedingung bei allen ist die Ausführung in Präzisionsarbeit und Ausstattung mit einem Nonius.

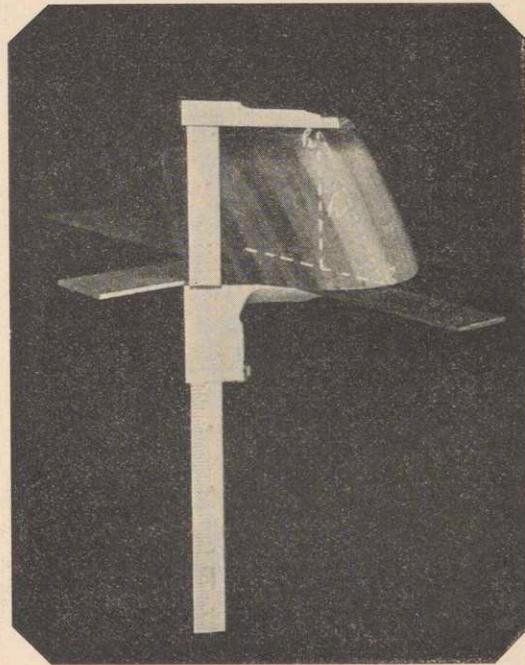
Wir bedürften an einer Universalschublehre folgender Vorrichtungen: bilateral vorgesehene Meßbacken und zwar einerseits stumpfe mit Flächenauflage (s. I—III der Fig. 9, S. 48), andererseits in Spitzen ausgezogene. Die Länge der stumpfen Backen betrage

mindestens 6 cm, die der Spitzen 3 cm. Die Länge des Maßstabes (der Teilung) sei mindestens 25 cm. Außerdem trage die Lehre ein in ihre Rückseite eingelassenes Tiefenmaß, dessen wir z. B. zur Feststellung der Sohlenwölbung benötigen. Zur Abnahme gewisser Maße am Tangentialkomparator besteht auch das Bedürfnis, die Feineinstellung des Nonius mittelst Mikrometerschraube bewirken zu können. Die aufgezählten Vorzüge sind bei den verwendeten und abgebildeten Lehren verteilt vorhanden; so dient Lehre 1 als einfaches lineares und Tiefenmaß (T), Lehre 2 insbesondere zur Messung von Höhen, bei denen eine Flächenaufgabe der Meßbacken auf das Objekt notwendig, eine Mikrometerschraube aber nicht erwünscht ist. Schließlich Lehre 3, die besonders mit ihren Spitzen und der mechanischen Feineinstellung den subtilsten Messungen dienen soll. Die Vorteile der Lehren gegenüber dem Tastzirkel liegen außer in der Handlichkeit auch in der Möglichkeit, dieselben wegen ihres rechtwinkligen Baues und der Parallelität ihrer Schnäbel auf bestimmte Linien oder Flächen einzustellen und auf die aller-einfachste Art orthogonale Maße, z. B. Höhen, abnehmen zu können. Zu diesem Zwecke aber bedürfen die Meßbacken der Lehre einer sicheren ebenen Auflage am Objekt. Da diese meist schlecht zu erreichen ist, bedienen wir uns eines sehr einfachen für die Hologrometrie vielseitigen Hilfsmittels, des Meßkreuzes K (Fig. 9). Dasselbe ist rechtwinklig aus Stahl geschnitten, 30 cm lang, 20 cm breit und 2 mm dick. Die Breite der Schenkel beträgt 3 cm. Es dient vor allem dazu, für die Schublehren eine praktisch brauchbare Bodenfläche abzugeben, die wir zur Abnahme der vertikalen Höhen unbedingt brauchen.

Höhenmessung. Zur Messung der Höhen (Fig. 14 und 15, S. 60/61) wird das Meßkreuz flach auf die Hufbasis gebracht und mit der einen Hand am Hufe gehalten; die andere Hand führt die Schublehre mit dem beweglichen Schenkel unter das Meßkreuz. Der feste wird, während dem beweglichen immer eine plane Auflage am Meßkreuz gesichert wird, scharfkantig zur Berührung mit dem zu messenden Merkpunkt gebracht. Bei Abnahme der seitlichen Höhen kommt man häufig auch ohne Meßkreuz aus, wie es Fig. 15, S. 61 zeigt. Die Form des Kreuzes gestattet insbesondere auch bei über die Bodenfläche tretendem Strahl eine präzise Auflage auf den Tragerand zu geben, da der Strahl infolge der tiefen Ausschnitte des Kreuzes umgangen werden kann. Bei Abnahme der Trachten-

höhe läßt man einen Kreuzschenkel trachtenwärts hinausragen und hat so eine praktische Verlängerung der Bodenfläche, die ein Auflegen der Meßbacken der Schublehre und direkte Abnahme der vertikalen Höhe gestattet. Selbstverständlich darf nie vergessen werden, die Dicke des Meßkreuzes, also 2 mm, von der erhaltenen Maßzahl abzuziehen. So messen wir an einem

Fig. 14.



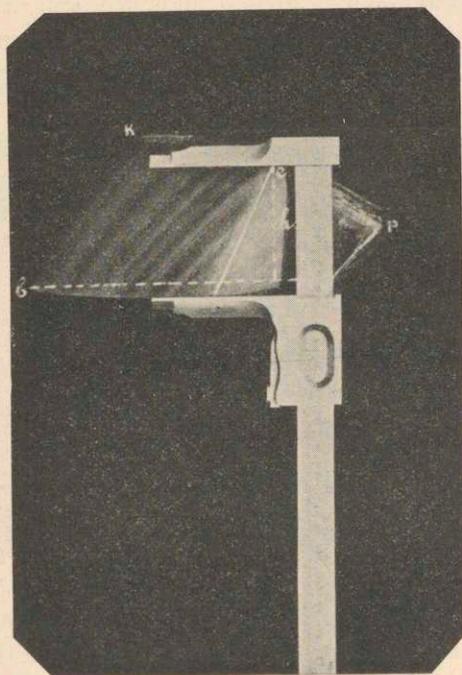
Abnahme der vorderen Höhe (mit Benutzung des Meßkreuzes).

als Beispiel gewählten und in den Abbildungen dargestellten Hufe, der auch für alle im folgenden angeführten Maßzahlen als Objekt gedient hat: Vorderhöhe 6,25 cm, lat. Seitenhöhe 4,5 cm, med. Seitenhöhe 5,05 cm, lat. Trachtenhöhe 2,3 cm, med. Trachtenhöhe 2,5 cm.

Längen und Breiten der Basis (Fig. 16 u. 17). Die Abnahme der basilaren Längen- und Breitenmaße geschieht am besten mit Hilfe des die metrische Normale markierenden Streifen Kartonpapiers. Wir

benutzen seine mediane Begrenzung als Richtkante für den festen oder beweglichen Schnabel einer Lehre und tangieren mit dem andern den gewünschten Meßpunkt. Wir lesen für unser praktisches Beispiel eine mediale Bodenbreite von 5,65 cm, eine lat. von ebenfalls 5,65 cm ab. Die Summe beider ergibt die maximale Breite (Q) von 11,3 cm. Die Trachtenbreite, in derselben Weise gemessen, beträgt lat. 3,6, med. 3,4 cm, maximal also 7,0 cm.

Fig. 15.



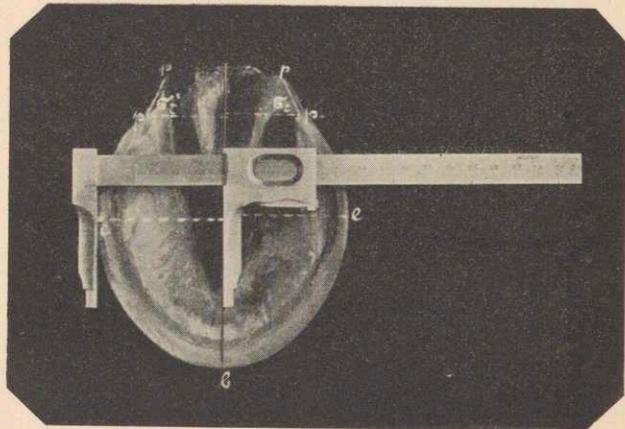
Abnahme der seitlichen (medialen) Höhe (ohne Meßkreuz).

Die Messung der zugehörigen Längen erfolgt nach gleichem Prinzip so, daß die Schublehre mit der Kante ihres Maßstabes an die Kante des Kartonpapiers, d. h. in den Verlauf der metrischen Normalen gebracht wird. Der feste (oder bewegliche) Schnabel ruht am Basion, der bewegliche (oder feste) wird auf die Meßpunkte geschoben und nun abgelesen. Wir entnehmen für die Extrema lat. die Länge 7,2 cm, med. 6,76 cm, für die Postrema lat. 11,75 cm,

med. 11,55 cm. Die maximale Länge der Basis (L) beträgt also 11,75 cm. Zur zahlenmäßigen Aufstellung der Indices soll erst geschritten werden, wenn sämtliche linearen und Kurvenmessungen beendet sind.

Zur Messung am lebenden Pferd wird man am besten so verfahren, daß die metrische Normale, selbstverständlich am aufgehobenen, unbeschlagenen und korrekt vorbereiteten Huf, mit dem Meßkreuz einvisiert wird und unter Benutzung der medianen Kante des Kreuzes die Breiten und Längen mit der Schublehre in orthogonaler Handhabung abgenommen werden. Für die folgende Figur 16 ist ein Modus gewählt worden, bei dem die metrische

Fig. 16.



Abnahme der medialen Bodenbreite.

Normale durch eine in der Medianebene um den Huf gespannte feine Gummischnur dargestellt ist, die in feinen Kerben des Hornes zwecks Vermeidung von Verschiebung ruht. Die Gummischnur hat im ausgespannten Zustand eine Stärke von ca. 0,2 mm, kann also durch ihre Stärke zu Meßfehlern nicht Veranlassung geben. Diese Art ist für die Abbildung gewählt worden, um zu zeigen, welche mannigfachen technischen Hilfen außer den grundsätzlichen zur Anwendung gebracht werden können.

Die Kurvenmessung am Tragerande. Vier Bogen umspannen die Bodenfläche über vier dazu gehörigen Sehnen. Acht Maße sind also zunächst zur zeichnerischen Rekonstruktion und metrischen

Bestimmung der Curv. bas. erforderlich. Um die Bogenmaße aufnehmen zu können, bedürfen wir zweier neuer Hilfsmittel, zwischen denen ich mich von Fall zu Fall entscheide. Das eine kann auch zur Kontrolle des andern dienen. Ein schmales Stahlbandmaß M (Fig. 9, S. 48) und ein Millimeterrädchen (Fig. 9 R). Eine Besprechung des ersteren erübrigt sich; es ist aus Stahl gewählt, weil es weniger leicht der Abnutzung und besonders nicht der Dehnung unterliegt, also bei der Feinheit unserer Messungen bessere Resultate verbürgt. Nicht immer läßt sich das Bandmaß auf den Kurven gut anlegen, nicht jede Hand ist auch gleichmäßig geschickt dazu; deshalb dient zur vorzüglichen Ergänzung und zur Kontrolle das Millimeterrädchen. Dasselbe ist ein 5 cm im Umfange messendes gezahntes Rädchen, an einer ca. 5 cm langen Führungsstange befestigt. Die Zähne des Rädchens stehen in einer genauen Entfernung von 1 mm, die Zentimeter sind besonders markiert. Durch Abrollen des Rädchens entlang der Kurve erreicht man nicht nur eine bequeme, sondern auch durchaus genaue Messung. Im Anfange ist es dem Ungeübten zu empfehlen, die gewonnene Maßzahl mit dem Bandmaß zu kontrollieren. Man kann natürlich auch die Kurve sorgfältig auf das Millimeterpapier übertragen und dort messen. Wir erreichen im Beispiel für die Arcus bas. folgende Größen:

Arcus ant.	med. 9,75 cm	Arcus post.	med. 5,5 cm
	lat. 9,8 „		lat. 5,5 „

Die zugehörigen Sehnen werden am besten auf dem Papier oder am Objekt mit den spitzen Schnäbeln der Lehre I oder III gemessen, indem man die feste Spitze auf den einen Merkpunkt beispielsweise das Basion setzt, die andere bewegliche auf das Extremum schiebt u. s. f. Die gewonnenen Maßzahlen betragen für die Sehne des

Arcus ant.	med. 8,8 cm	Arcus post.	med. 5,3 cm
	lat. 8,93 „		lat. 5,2 „

Die Bestimmung der Bogen kann aber damit nicht erschöpft sein. Über derselben Sehne können sich Bogen von gleicher Länge in verschiedenstem Verlaufe spannen. Die morphologisch wichtigste Frage ist wieder: wo hat der Bogen sein Extremum, seine größte Höhe über der Sehne, wo liegt sein Scheitelpunkt (Vertex)? Diese Punkte zu gewinnen, haben wir nur Tangenten an die Bogen zu legen, welche parallel zur zugehörigen Basis verlaufen.

Auf dem Millimeterpapier haben wir nach dem bisherigen schon einen „Grundriß“ des Hufes festgelegt, welchen wir durch

Einzeichnen der nötigen Verbindungslinien zu einem Diagramm der Basilarfläche vervollständigen. Durch Anlegen eines Schenkels der Schiebelehre an die Sehne, es eignet sich hierzu wegen ihrer guten flachen Auflage besonders Lehre II und III, ist es ein leichtes, unter Heranführen des anderen Schenkels der Lehre die jedesmalige Tangente an den zugehörigen Bogen und damit den Scheitelpunkt desselben zu gewinnen. Metrisch wird derselbe wie die übrigen Meßpunkte durch Ordinate und Abscisse, durch Breite und Länge bestimmt.

Im Beispiel haben die betreffenden

Vertices basilares eine		Länge von	Breite von
anteriores	med.	2,15 cm	4,0 cm
	lat.	2,2 „	4,0 „
posteriores	med.	9,75 „	5,0 „
	lat.	9,9 „	5,0 „

Indices. Hiermit sind sämtliche Basilarmaße festgelegt, und wir können zur Berechnung der hieraus abzuleitenden uns hauptsächlich interessierenden Verhältniszahlen schreiten. Das Verhältnis von Länge zu Breite wird zweckmäßig zuerst festgestellt. Nach S. 35 berechnet sich der Längen-Breitenindex nach folgender Proportion:

$$L : Q \text{ wie } 100 : x, \text{ also } x = \frac{100 \cdot Q}{L} \quad \begin{array}{l} L = 11,75 \text{ cm} \\ Q = 11,3 \text{ „} \end{array}$$

$$\text{folglich } x = \frac{1130}{11,75} = 96,17 \text{ (L. Br. J.)}$$

Diese Zahl ist gewonnen aus dem prozentuellen Verhältnis zwischen der Länge und Breite eines zum weiten Typus gehörigen rechten Hinterhufs; sie besagt, daß seine Breite 96,17 % der Länge beträgt. Hätten wir den Index 100 bekommen, so sagte derselbe aus, daß die Länge gleich der Breite wäre. Aus dem Charakter der aufgezählten Proportion geht hervor, daß der Index umsomehr unter 100 fällt, je geringer die Breite, umsonäher die Zahl 100 erreicht, desto größer dieselbe ist. Man wird durch zahlreiche Messungen an typisch weiten rechten Hinterhufen nun zu ergründen haben, wie groß deren L. Br. J. ist, darf aber nicht erwarten, daß derselbe stets 96,17 beträgt, sondern es wird sich eine größere oder geringere Variation der Zahl nach oben oder unten ergeben und so für den typischen Huf eine typische Variationsbreite des Index, woraus der metrische Mittelwert leicht abzuleiten ist.

Zwei Verhältniszahlen, die für die Gesamtform des Hufes ein gleiches Interesse beanspruchen wie der L. Br. J., sind der Längen-Höhen- und der Breiten-Höhen-Index (L. H. J. u. Br. H. J.), d. h. das prozentuelle Verhältnis der größten Höhe und größten Breite zur größten Länge. Die Höhe am Koronion betrug 6,25 cm, die maximale Länge war 11,75 cm, die maximale Breite 11,3 cm. Das ergibt nach dem nunmehr bekannten Gesetz die Proportionen:

$$1) L : H = 100 : x, \text{ also } x = \frac{100 \cdot H}{L} = \frac{625}{11,75} = 53,19 \text{ (L. H. J.)}$$

$$2) Br. : H = 100 : x, \text{ also } x = \frac{100 \cdot H}{Br.} = \frac{625}{11,3} = 55,31 \text{ (Br. H. J.)}$$

Um den Indexcharakter recht geläufig zu machen, sei hier noch einmal für den L. H. J. betont, je kleiner die Höhe, desto kleiner wäre der Index und umgekehrt. L. H. J. = 53,19 besagt, daß die Höhe 53,19 % der maximalen Länge beträgt. Bei $x = 100$ wäre Länge = Höhe. Entsprechend beträgt beim Breitenhöhen-Index die maximale Höhe 55,31 % der maximalen Breite.

Basilare Krümmungsindices. Zu dem morphologisch Wichtigsten gehören die nun folgenden numerischen Definitionen der Krümmungsverhältnisse (s. S. 35): Wir haben gemessen:

$$\begin{aligned} \text{Arc. lat. ant.} &= 9,8 \text{ cm,} \\ \text{seine Sehne} &= 8,93 \text{ „ folglich} \end{aligned}$$

$$\text{Bogen : Sehne wie } 100 : x, \text{ also } x = \frac{100 \cdot \text{Sehne}}{\text{Bogen}}$$

$$\text{d. h. } x = \frac{893}{9,8} = 91,12 \text{ (Kr. J. Arc. lat. ant.), d. h. die Länge der}$$

Sehne beträgt 91,12 % der Bogenlänge. Diese Zahl besagt wegen ihrer Nähe an 100, daß die Krümmung des Arc. lat. ant. nur flach ist. Mit zunehmender Krümmung würde der Index kleiner werden, da dann die prozentuelle Länge der Sehne kleiner ist.

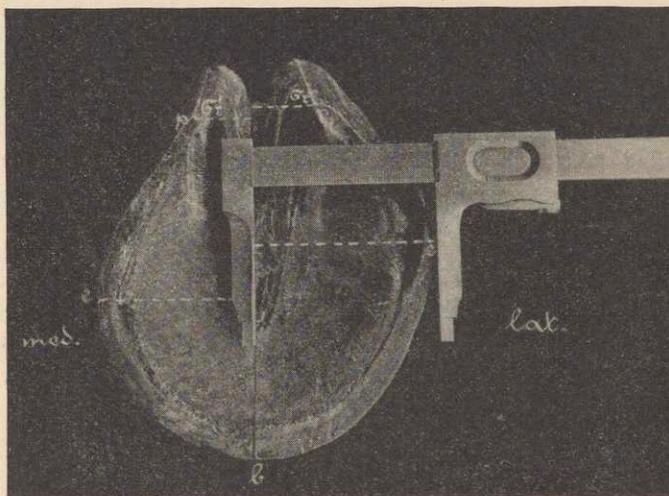
$$\begin{aligned} \text{Es folgt: Arc. med. ant.} &= 9,75 \text{ cm,} \\ \text{seine Sehne} &= 8,8 \text{ „ folglich wie oben} \end{aligned}$$

$$x = \frac{880}{9,75} = 90,26 \text{ (Kr. J. Arc. med. ant.)}$$

Man kann der Ziffer 90,26 als Kr. J. im Vergleiche zum Bogen der lat. Seite entnehmen, daß der med. Zehenbogen stärker gekrümmt ist. Zwar erscheint ihr Unterschied in den ganzen Zahlen gering, dennoch sind Differenzen von 90,2 und 91,1 dem Auge am Objekt sehr gut wahrnehmbar (Fig. 10, S. 49). Dem Auge

erscheint der med. Bogen ohne weiteres stärker gekrümmt; das liegt fürs Auge nicht so sehr an der Höhe des Bogens, als an seiner kürzeren Sehne. Will man also die Zahlen in Anschauung umsetzen, so muß mindestens die erste Dezimale mitberücksichtigt werden, und der Unterschied der Zahl muß in Zehnteln geprüft und dementsprechend empfunden werden. Erst die zweite Dezimale gibt Unterschiede, die für das Augenmaß nicht mehr in Betracht kommen.

Fig. 17.



Abnahme der lateralen Bodenbreite an diagonalem Schiefhuf.

Der lat. Trachtenbogen war = 5,5 cm,
seine Sehne = 5,2 „ folglich

$$x = \frac{520}{5,5} = 94,55 \text{ (Kr. J. Arc. post. lat.)}$$

Der med. Trachtenbogen war = 5,5 cm,
seine Sehne = 5,3 „ folglich

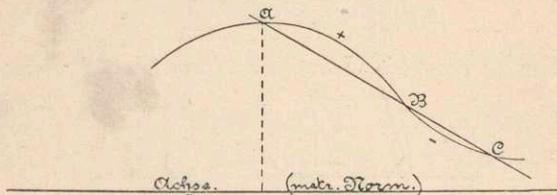
$$x = \frac{530}{5,5} = 96,37 \text{ (Kr. J. Arc. post. med.)}$$

Der Wert metrischer Bestimmungen tritt bei Vergleichen der beiden letzten Indices scharf hervor. Dem Auge erscheinen beide Bogen fast gleich. Die Vermessung ergibt lateral eine um 1 mm kürzere Sehne, das ergibt für die prozentuelle Berechnung der Indices

schon einen Unterschied von 1,8. Es besteht also eine für das Auge kaum wahrnehmbare stärkere Krümmung des lateralen Trachtenbogens, die in der Zahl sehr deutlich zum Ausdruck kommt. Eine gewisse Diagonalität in der Hufform ist im Zahlenvergleich unverkennbar, obwohl das Beispiel einem Hinterhufe der regelmäßigen Stellung gilt. Es ergibt sich hieraus auch die Notwendigkeit, so genau als möglich zu messen. Je kürzer die Strecken, desto präziser muß gemessen werden. Hier empfiehlt es sich besonders, durch wiederholte Messungen die früheren zu kontrollieren.

Hat bei unregelmäßigen Hufformen, beispielsweise bei stark diagonalen Schiefhufen (Fig. 17) der Trachtenbogen eine Kurve, die sich wendet, d. h. die zum Teil zur Achse konvex, zum Teil konkav verläuft (s. auch schemat. Darst. Fig. 18), sodaß wir über

Fig. 18.

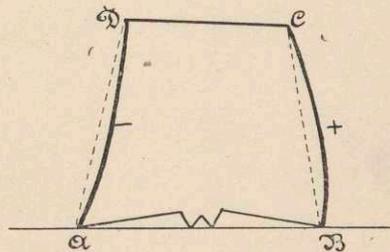


ihren Verlauf nicht unterrichtet werden, wenn wir nur eine Kurve und ein Sehnenmaß nehmen, so benutzen wir die Zweiteilung der Kurve durch den Schnittpunkt mit ihrer Sehne, um eine Doppelmessung, erst des konvexen, dann des konkaven Teils des Bogens und der Teilsehnen vorzunehmen. Der konvexe Bogen erhält dann das Vorzeichen +, der konkave das Vorzeichen -. Die Kr. Indices werden dann für jeden Teilbogen besonders festgestellt und erhalten auch das entsprechende Vorzeichen. Dieser Hinweis soll vor allen Dingen zeigen, welche Möglichkeiten im System liegen, denen allen nachzugehen, hier nicht zugänglich ist.

Wandlängen. Für den Übergang zur Krone fehlen noch die Längenmaße der Wand. Wir können zu ihrer Feststellung ein Lineal oder Bandmaß nicht benutzen, weil die Wand fast nie ganz geradlinig verläuft und ihre Anwendung deshalb zu Fehlresultaten

Veranlassung geben kann. Wir bedienen uns deshalb zur linearen Messung der Wandlängen unserer Schublehren, deren Schnäbel mit ihren Enden an die korrespondierenden Punkte von Basis und Krone geschoben werden und korrektes Messen gestatten, da gleichsam in paralleler Luftlinie gemessen wird. Ob besser die stumpfen oder spitzen Schnäbel benutzt werden, ist für den einzelnen Fall zu entscheiden. Unsere paradigmatischen Längen betragen: Lin. antica 7,85 cm, Lin. lat. 5,54 cm, Lin. med. 5,8 cm. Lin. post lat. 3,5 cm, Lin. post. med. 3,7 cm. Mit diesen linearen Längen werden wir uns quoad Morphologie der Wand häufig genug nicht begnügen dürfen. Die Wand zeigt oft bei Hufen von relativ regelmäßiger Beschaffenheit konvexe oder konkave Verbiegungen, die wir in den Rahmen unserer metrischen Bestimmung mit auf-

Fig. 19.



nehmen müssen. Wir würden auch hier das uns nun schon geläufige Prinzip anwenden, den konvexen oder konkaven Bogen (reelle Länge) und seine Sehne (virtuelle Länge) zu messen und aus beider Verhältnis einen Krümmungsindex zu berechnen, der bei Konvexität das Vorzeichen +, bei Konkavität das Vorzeichen — erhält. (Fig. 19.)

Krümmungsindices der Krone. Von den Maßen der Krone nehmen wir zuerst die Bogen und ihre Sehnen ab. Längen und Breiten betrachten wir wegen ihrer Ausnahmestellung für die Technik zuletzt. Da die Bogen und Sehnen ohne weiteres zugänglich sind, nehmen wir zur direkten Messung der ersteren Bandmaß oder Meßrädchen, der letzteren die Schiebelehre, diesmal unter Benutzung der spitzen Schnäbel. Sonst bleibt Theorie und Praxis der Technik die alte. Wir stellen im Beispiel fest für die

nach den schon erläuterten Prinzipien erfolgen. So beträgt im Beispiel für das Extremum

die Breite lat. : 4,7 cm, die Länge lat. : 5,75 cm

die Breite med. : 4,8 cm, die Länge med. : 4,77 cm

Die Breite am Postremum beträgt

lat. : 2,6 cm, die Länge lat. : 10,15 cm

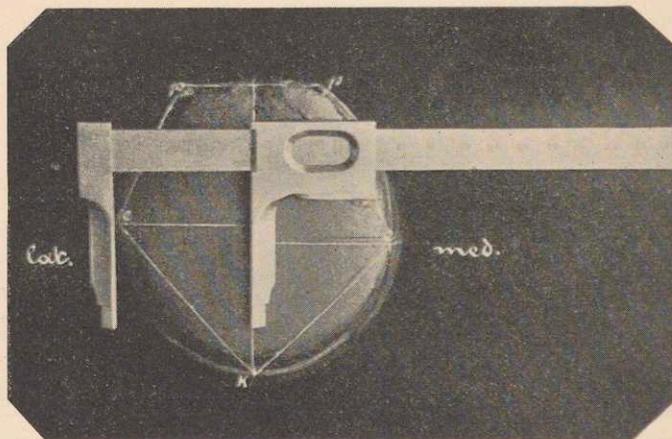
die Breite med. : 2,76 cm, die Länge med. : 10,03 cm.

Das ergibt als maximale Länge der Krone 10,15 cm,

als maximale Breite 9,5 cm

und einen Längen-Breiten-Index von **93,60** (L. Br. J. d. Krone).

Fig. 20.



Abnahme der lateralen Kronenbreite.

Messung mittelst Tangentialcomparators. Eine Sonderstellung am lebenden Tiere oder unausgeschuhten Huf nehmen aber Längen und Breiten der Kronenpunkte deswegen ein, weil sie der direkten Messung nicht zugänglich sind. Sie liegen gleichsam im Körper und müssen zu ihrer Gewinnung nach außen verlegt werden. Auch am frisch ausgeschuhten, nicht ausgegipsten Huf sehen wir uns in ähnlicher Lage.

Dasselbe Instrument, dessen wir uns zur Bestimmung der Merkpunkte am Kronenrande bedient haben, wird uns jetzt die

Möglichkeit geben, einwandfrei zu messen. Wir hatten den Tangentialcomparator mit seinen Linealen in orthogonaler Projektion auf die Merkpunkte des Hufes in der auf S. 54 u. f. geschilderten Art eingestellt. Aus rein praktischen Gründen empfiehlt es sich jetzt, das abnehmbare Lineal tg_1 zu entfernen und den Dorn d (Fig. 12 u. 13), welcher genau auf das Extremum eingestellt wird, an seine Stelle zu bringen. Der Dorn hat dieselbe Höhe wie das Tangentiallineal tg_1 , sodaß beim Auswechseln des letzteren das Stativ nicht verrückt zu werden braucht. Auf die Schiene gt_2 kommt noch die Winkelschiene gt_3 , welche gleiche Höhe wie Dorn d hat und deshalb einem Lineal, dargestellt durch Linie rv , (Fig. 21) parallele Auflage zu gt_2 gestattet. Aus der Betrachtung derselben schematischen Figur, welche die Stellung des Comparators veranschaulicht, ergibt sich:

$kr (tg_2) \perp gt_2$ nach Konstr. u. Techn.

$sv (tg_3) \perp gt_2$ " " " "

$gt_2 \parallel MM$ (Medianebene) nach Konstr. u. Techn.

folglich: tg_2 u. $tg_3 \perp MM$

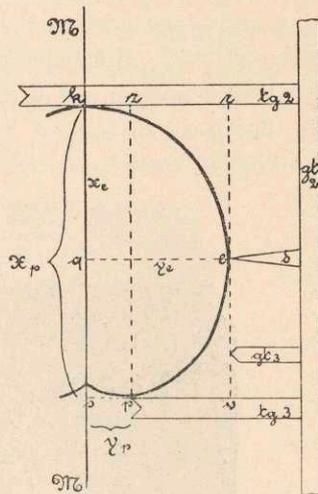
$rv \parallel gt_2$ nach Konstr. u. Techn.

$rv \parallel MM$ " " " "

folglich: $x_e = re$ und $y_e = rk$.

Man kann also Länge und Breite des Punktes e , nämlich die unzugänglichen Koordinaten x_e und y_e durch Messung ihrer Parallelen re und rk feststellen. Diese gibt uns der Apparat an, wenn wir über die Spitze von d und die Kante von gt_3 hinweg ein Lineal legen und hiermit Punkt r fixieren. Wir markieren diesen am vorderen und den gegenüberliegenden Punkt v am hinteren Lineal. Dann können wir die Strecke re messen: Länge des Punktes e . Durch Messung von rk haben wir seine Breite, denn $rk = eq$.

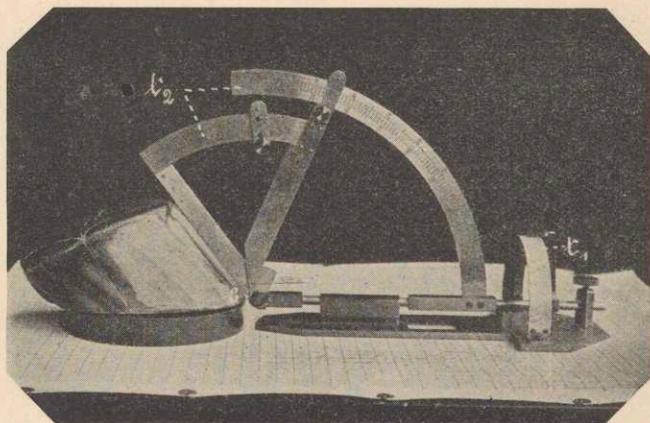
Fig. 21.



Zur Messung der Koordinaten des Postremus (p) handelt es sich um die Strecken x_p und y_p . Dieselben sind gleich den meßbaren Entfernungen rv und kz . Letztere (kz) ist nämlich gleich $kr - zr$ ($zr = pv$); folglich haben wir durch Messung von rv am Apparat die Länge des Punktes p , durch Subtraktion $rk - vp$ seine Breite. rv wird zweckmäßig mit dem starren Lineal B (Fig. 9) oder mit den spitzen Schnäbeln der Lehre 3 gemessen (Feineinstellung durch Mikrometer), rk nur mit dem Lineal.

Winkelmessung. Aus der Erörterung der allgemeinen Grundsätze für die hoplometrische Winkelmessung folgt, daß für diese ein Winkelmaß notwendig ist, welches eine doppelte Aktion hat. Zwei

Fig. 22.



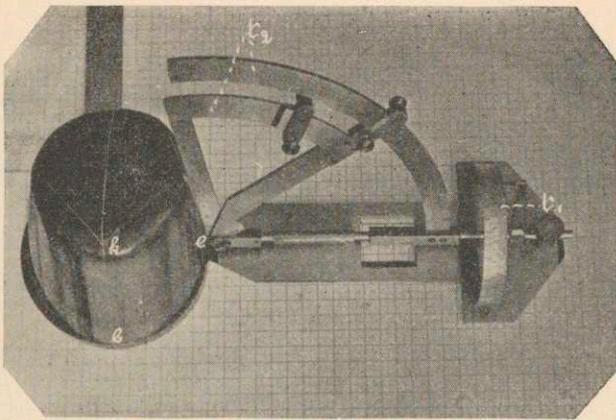
Messen des Zehenwandwinkels.

Transporteure müssen in Ebenen arbeiten, welche stets senkrecht aufeinander stehen und eine dieser Ebenen muß sich bequem rechtwinklig auf unsere Projektionsebene (Medianebene) zu einstellen lassen.

Diese Bedingungen vermag der Lechner'sche Apparat zu erfüllen. Da er außerdem in Präzisionsarbeit ausgeführt ist, habe ich mich seiner in Ermangelung eines besseren Apparates zur Winkelmessung bedient. Sein Hauptmangel für unsere Technik ist die Unmöglichkeit, die Merkpunkte selbst, unabhängig von Wandverbiegungen, metrisch zu fassen. Die Ausstattung mit einem Nonius oder mindestens die Fortführung der Teilung auf halbe

Grade würde dem Instrument sehr zum Vorteil gereichen. Da sein Scheitelpunkt aus technischen Gründen sich 20 mm über der horizontalen Unterlage befindet, muß der zu messende Huf auf eine gleich hohe Unterlage gestellt und dann mit seiner Unterlage auf die Meßplatte gebracht werden, indem seine metrische Normale wieder auf die Linien des Projektierpapiers eingerichtet wird. Dieses Verbringen des Hufes auf eine Unterlage hat den besonderen Nachteil, daß das Einrichten des Hufes mit seiner metrischen Normalen auf die Projektionslinien der Meßplatte dadurch erschwert

Fig. 23.



Messen des seitlichen Wand- und koordinierten Flächenwinkels.

ist. Ein ganz wunder Punkt ist auch das Heranführen des Transporteurscheitels an den Scheitel des zu messenden Winkels. Je näher man der Tracht kommt, desto heikler wird diese Aufgabe, häufig muß man in der Wand paralleler Luftlinie messen, an den Postremis versagt der Apparat fast ganz.¹⁾

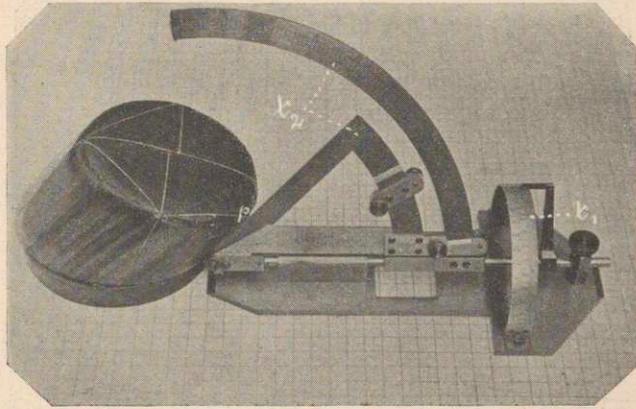
Zur Messung des Zehenwandwinkels wird er am Transporteur t_1 auf 90° , also senkrecht eingestellte Apparat (Fig. 22) mit seiner Längsachse in sagittaler Richtung auf das Basion (b) zugeführt und die Schiene seines Transporteurs t_2 gegen die Lin. ant. gelegt. Die genaue Einstellung auf die Achsenebene des Hufes sichert wieder das Projektierpapier und die senkrechte Einstellung

¹⁾ Ein von mir entworfener Apparat, der die Mängel aller direkten Winkelmessung am Huf vermeiden soll, ist wegen des Krieges unvollendet geblieben.

am Transporteur t_1 . Der Apparat vermittelt auf diese Weise gleich eine bequeme Auffindung des Koronions (k) für Hufe der regelmäßigen Stellung mit senkrechter Zehennachsebene. Ich übe diese Art der Bestimmung des Koronions neben der mit dem Tangentialkomparator oder brauche beide Wege zur gegenseitigen Kontrolle. Der Transporteur mißt für unser Beispiel einen Winkel von 52° .

Um einen Seitenwandwinkel zu bestimmen, wird der Apparat mit seinem Scheitel so auf ein Extremum basilare zugeführt (Fig. 23), daß seine Längsachse senkrecht auf der Medianebene steht, und die Schiene des Transporteurs t_2 unter seitlicher Neigung auf die Linea

Fig. 24.



Messen des Trachtenwand- und koordinierten Flächenwinkels.

lateralis (oder medialis) zu liegen kommt. Dann zeigt t_2 den seitlichen Wandwinkel, Transporteur t_1 aber den koordinierten Flächenwinkel an. Ersterer betrüge im Beispiel 81° , letzterer 61° .

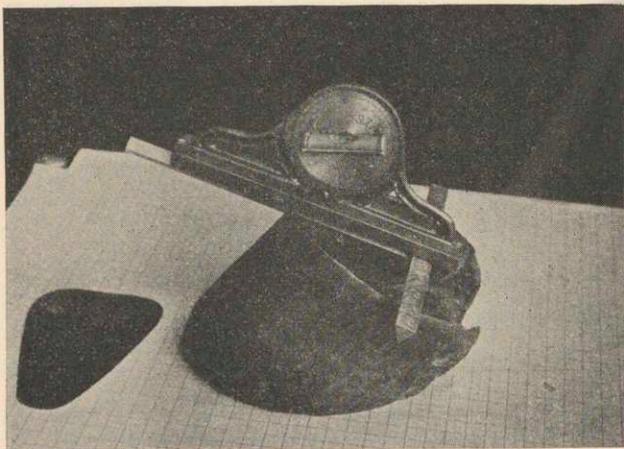
Bei Messung der Trachtenwandwinkel wird entsprechend verfahren (Fig. 24). Es ist hier gleichgültig, ob der Winkelmesser mit seiner Längsachse parallel oder senkrecht zur Medianebene aufgestellt wird. Die Schiene des Transporteurs t_2 sucht die Linea postica auf und Wand- und korresp. Flächenwinkel lassen sich an den beiden Transporteuren entsprechend ablesen. Bei der für die Abbildung gewählten Aufstellung längs der Medianebene würde t_1 den Wand-, t_2 den koordinierten Flächenwinkel angeben

und zwar für ersteren ca. 77° , für letzteren ca. 43° . Die Reihenfolge der Winkelmessung vollzieht sich wegen des zur Einstellung notwendigen Kartonstreifens (metrische Normale) am besten

1. an den Lineae laterales,
2. „ „ „ posticae,
3. „ der Linea antica, nach Entfernung des störenden Teiles des Streifens.

Inclination der Facies coronaria. Eine besondere morphologische Feststellung fordert noch der mehr oder weniger geneigte Verlauf der Kronenrandebene u. zw. einmal in der Abstufung von Koronion

Fig. 25.



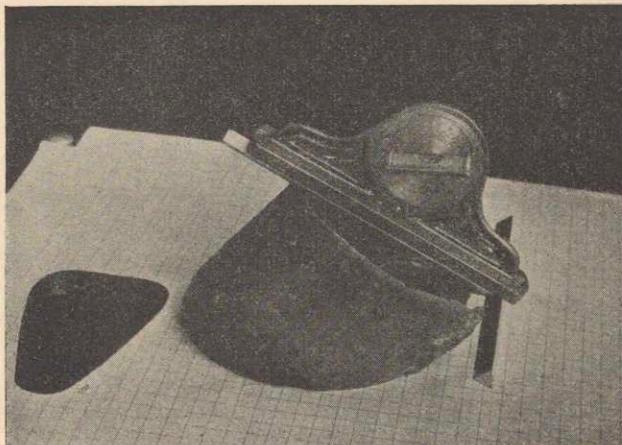
Messen der Inclination bis zum Extremum.

bis zum lateralen oder medialen Extremum und außerdem vom Koronion bis zum lateralen oder medialen Postremum. Die Messung dieser Neigung kann an ausgeschulten Hufen mit Hilfe des Nivellierkreuzes Q und der Libellenwage Lw erfolgen (Fig. 9, S. 48). Das Kreuz hat eine rechtwinklig T-förmige Gestalt. Sein Schaft ist ein auf die hohe Kante gewendeter Vierkantstab, seine Schenkel ein Dreikantstab von gleicher Dicke. Diese Anordnung gestattet ein präzises Auflegen des Kreuzes auf die Merkpunkte, auch auf die für eine andere Anordnung schlecht zugänglichen Postrema. Zur Feststellung der Neigung der Kronenebene bis zu

einem Extremum wird das T-Kreuz mit der Kante seines Schaftes auf das Koronion, mit der Kante eines Dreikantschenkels genau auf das entsprechende Extremum gelegt und die Libellenwage aufgesetzt (Fig. 25). Durch Einstellung der auf einer graduierten Scheibe befestigten Libelle ist es möglich, auf der Scheibe die Neigung des Kreuzes, also auch der Kronenebene bis zur gewünschten Stelle in Graden abzulesen. Inclination der Kronenebene.

In entsprechender Weise erfolgt die Feststellung der Neigung vom Koronion bis zu den Postremis mit dem einen Unterschiede,

Fig. 26.



Messen der totalen Inclination.

daß das Kreuz so gewendet wird, daß die Firstkante des Dreikantstabes nach oben, eine seitliche an das Postremum zu liegen kommt. Die aufgesetzte Wage stellt wieder die Neigung in Graden fest. Totalneigung oder totale Inclination der Kronenebene (Fig. 26).

Häufig senkt sich die Kronenkurve vom Extremum zum Postremum nicht in gleichmäßigem, geradem Abstieg, sondern stürzt nach anfänglich mehr oder weniger geradem Verlauf nach dem Postremum zu in jähem Bogen abwärts (cf. Typus des stumpfen Hufes). Es entstehen auf diese Weise im morphologischen Sinne zwei Bogen: ein vom Extr. zum Postr. in gerader Linie über die

Wand verlaufender, durch Auflegen des Bandmaßes meßbar und ein sich darüber wölbender, den wirklichen Kronenrand darstellenden Bogen, den das Meßbrädchen bestimmen muß. Ich nenne ersteren den virtuellen, letzteren den reellen Arcus posterior. Die gemessene Inclination kann man auch benutzen, um am Comparator die Gleitschiene gt_2 gleich auf diese Neigung mit Hilfe eines beliebigen Transporteurs, am Winkel i aufgesetzt, einzustellen (Fig. 13, S. 55). Der Apparat rückt dann in richtiger Stellung gleich auf den Huf zu.

Hoplometrie des schiefen Hufes. Die entwickelte Technik ist ausnahmslos gültig für Hufe, deren sagittale Achsenebene mit der senkrechten Medianebene zusammenfällt, also für Hufe der regelmäßigen Stellung und gewisser Schiefhufe, die eine Abweichung ihrer Achsenebene von der Vertikalen noch nicht zeigen. Die Technik muß aber modifiziert werden bei den eigentlichen, mit schiefer Achsenstellung verbundenen Schiefhufen, da bei ihnen beide Projektionsebenen auf die alle Maße bezogen worden sind, nicht mehr senkrecht aufeinander stehen. Virtualiter müßte man entsprechend der gebrochenen Zehenachse schon am lebenden Tiere einen sagittalen Achsenschnitt darstellen können, der das Koronion und Linea antica genau fixieren würde. Die Podometrie ist hierzu z. Zt. außerstande. Für die Hoplometrie habe ich deshalb einen empirischen Kompromiß geschaffen, der nach meinen Beobachtungen das richtige trifft und gestattet, daß das Fundamentalprinzip unverändert bleibt. Für die horizontale Bodenebene ändert sich nichts. Die Konfiguration des Tragerandes mag noch so unregelmäßig sein, die Technik bleibt hier die alte. Es handelt sich vielmehr darum, die Abweichung der Achsenebene von der Vertikalen, ich nenne sie Declination, festzulegen, oder spezieller ausgedrückt, den Achsenschnitt des schiefen Hufes zu fixieren. Haupttrichtlinie hierzu ist die Linea antica.

Nachdem das Basion in der beschriebenen Weise gefunden worden ist, wird ganz analog der früheren Anweisung durch Tangierung das Koronion festgelegt. Dasselbe wird nun nicht mehr senkrecht über dem Basion liegen. Es empfiehlt sich, diesen Merkpunkt durch den zweiten Weg seiner Bestimmungen zu kontrollieren. Die Hornröhrchen, welche sich nach der metrischen Erfahrung an der Zehenmitte auf die Achsenebene bzw. Linea antica einstellen (s. S. 57), geben den Anhalt dazu. Sie zeigen

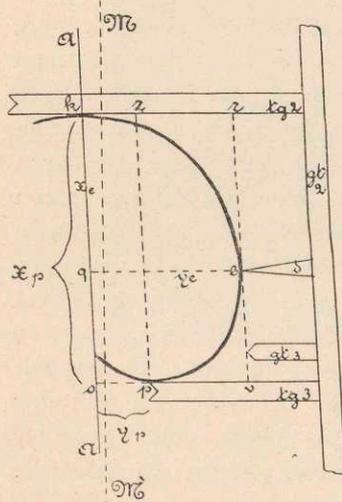
vom Basion aus die Declination der Achsenebene an. Man lege das biegsame Metallinial A vom Basion her präzise in der Richtung der hier verlaufenden Hornröhrchen auf die Zehenwand des Hufes und ritze Linea antica und Koronion mit dem Markierstift an. Der Declinationswinkel wird nunmehr mit dem Lechnerschen Winkelmesser (Fig. 22, S. 72) festgelegt, ablesbar am Transporteur t_1 .

Zum Zwecke der Gewinnung der übrigen Merkpunkte der Krone wird nun der Schaft des Komparators gt_1 um den Declinationswinkel der Achsenebene geneigt. Die Neigung wird bewirkt durch Schraube s und ist am Transporteur ts ablesbar.

Die Ebene des Schaftes und der Gleitschiene gt_2 wird dadurch in eine der Achsenebene parallele Ebene gebracht, in welcher sich nun die Schienen der Hilfsteile tg_1 bis tg_3 , d und auch gt_3 bewegen,

wie in der geneigten Achsenebene selbst. Werden nun die Tangierungslinien mit Hilfe der Libellen auf die Horizontale eingestellt, so haben wir in ihren Kanten sowohl die horizontalen Projektionslinien auf die Achsenebene, als auch die orthogonalen Projektionslinien mit Bezug auf die Medianebene. Das angenommene Fundamentalprinzip ist somit beibehalten worden. Man gewinnt also die Extrema durch Tangierung wie beim geraden Huf, nur daß der Schaft des Apparates um den Declinationswinkel geneigt ist. Tangierung und Abnahme der Maße veranschaulicht am besten die in Fig. 27 gegebene schematische Darstellung. AA = Achsenschnittlinie der Krone, MM = Medianlinie der

Fig. 27.



Krone. Beide Linien konvergieren umso mehr, je geneigter die Kronenebene verläuft. Die Abnahme der nicht direkt zugänglichen Kronenmaße wird dadurch ermöglicht, daß wir die im Objekt nicht konstruierbare Achsenebene durch Parallelverschiebung nach außen verlegt haben (gt_2) und von ihr aus zu dem einen der

Messung direkt zugänglichen Punkte des Achsenschnitts, dem Koronion, messen. Es ist ein leichtes, die Coordinaten der Punkte e und p aus der Zeichnung abzuleiten, sowie mittelst des Apparates am Objekt abzunehmen. Man fixiere wie früher zunächst Punkt r , dann ist x_e wieder $= re$, $y_e = kr$

$$x_p = rv \text{ und } y_p = kr - pv.$$

Die Berechnung hoplometrischer Größen.

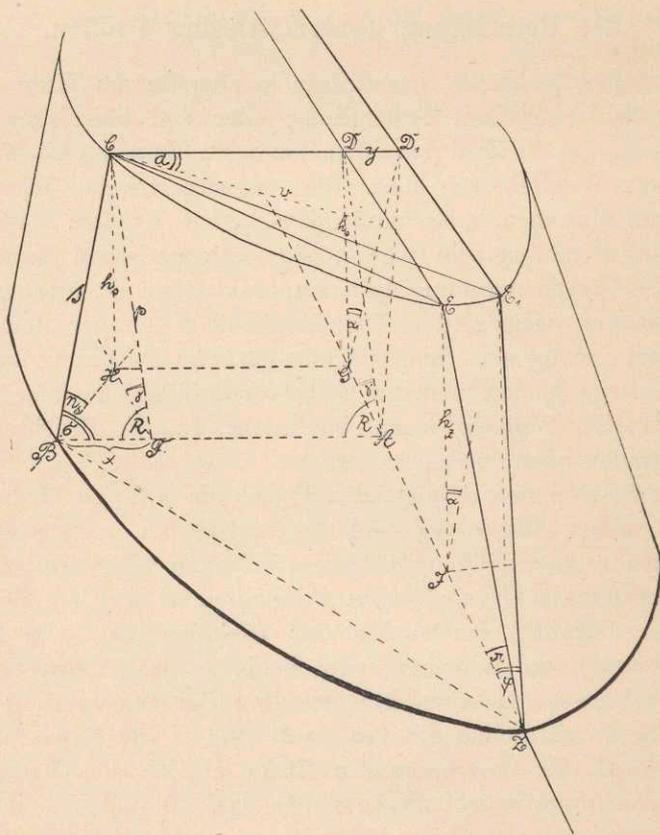
Entziehen sich aus irgend einem Grunde am Hufe gewisse Größen der metrischen Feststellung oder soll beispielsweise am lebenden Pferde die Zahl der abzunehmenden Maße auf ein Minimum beschränkt werden, so kann die trigonometrische Berechnung ergänzend einsetzen. Es muß aber betont werden, daß es ein fruchtloses Bemühen sein würde, die mathematischen Resultate in absolute Übereinstimmung mit den praktischen zu bringen. Das ist besonders wegen der Unzulänglichkeit einiger technischer Hilfsmittel unmöglich. Eine trigonometrische Rechnung mit fünfstelligen Logarithmen arbeitet selbstverständlich genauer als der Lechnersche Winkelmesser, der nicht einmal Bruchteile von Winkelgraden abzulesen gestattet.

Das Prinzip der orthogonalen Projektion auf die Medianebene gestattet meist die Anwendung der einfachsten trigonometrischen Sätze vom rechtwinkligen Dreieck. Von den erläuternden Zeichnungen stellt die Figur 28 ein Stereogramm der lateralen Hufseite, die Figur 29 ein solches der medialen dar. Um an bildlicher Darstellung zu sparen, sind beide so ausgeführt, daß auch die Verhältnisse des schiefen Hufes ihre Berücksichtigung finden. In der Figur 28 stellen die Punkte B und C die Extrema, E das Koronion, Z das Basion, mithin Ebene $DEZG$ den Median- und Achsenschnitt des regelmäßigen Hufes dar. B und C sind auf die Medianebene orthogonal projiziert; gibt Punkt A und Punkt D . Von C und D aus fälle man Lote, sie stellen beide die seitliche Höhe h_s dar. CD trage man auf AB bis F ab und verbinde C mit F und D mit A , sowie die Fußpunkte der Lote h_s (H und G) mit F und A . Da DA in der Medianebene liegt, AB aber senkrecht auf ihr steht (nach Konstr.), so ist Winkel DAB ein rechter, ebenso ist, wegen der Parallelität von CF und DA , Winkel CFB ein rechter. Winkel σ stellt den Seitenwandwinkel, Winkel γ den

koordinierten Flächenwinkel dar. Der Vollständigkeit wegen verbinde man C mit dem Koronion E und B mit dem Basion Z.

Nunmehr sind uns verschiedene rechtwinklige Dreiecke gegeben, die der Berechnung der verschiedensten Größen, z. B. der als unbekannt angenommenen Längen und Breiten des Punktes C

Fig. 28.



(Extremum lat. coron.) dienen können. Die Breite des Punktes C, nämlich CD, ist nach Konstruktion gleich AF. $AF = AB - x$, folglich auch $CD = AB - x$. Im rechtwinkligen Dreieck BCF ist $x = s \cdot \cos \sigma$. (Im rechtw. Dreieck ist eine Kath. = der Hypoth. multipl. mit dem Cos. des ihr anliegenden Winkels.)

1. Folglich ist $CD = AB - s \cdot \cos \sigma$.

Die Breite des Extr. lat. coron. ist also aus den drei direkt meßbaren Größen: der Bodenbreite AB, der Seitenlinie s und dem Wandwinkel σ berechenbar. Seine Länge DE ist

2. nunmehr nach dem Satze des Pythagoras $\sqrt{CE^2 - CD^2}$, wobei CE die leicht meßbare Sehne des Arc. ant. lat. ist.

Die Breite CD kann auch mit Ausschaltung der Größe s (Seitenlinie) ausgedrückt werden; denn im recht-

winkligen Dreieck HCF ist $\sin \gamma = \frac{h_s}{p}$, folglich $p = \frac{h_s}{\sin \gamma}$,

im Dreieck BCF ist $\sin \sigma = \frac{p}{s}$, folglich $s = \frac{p}{\sin \sigma}$,

$$\text{mithin } s = \frac{h_s}{\sin \gamma \cdot \sin \sigma}.$$

Es war aber $CD = AB - s \cdot \cos \sigma$,

folglich $CD = AB - \frac{h_s \cdot \cos \sigma}{\sin \gamma \cdot \sin \sigma}$ und demnach

3. $CD = AB - \frac{h_s}{\sin \gamma} \cdot \text{ctg } \sigma$.

Die Breite des Extr. lat. coron. läßt sich also auch berechnen aus der Breite AB, der Seitenhöhe h_s , dem Wandwinkel σ und dem koordinierten Flächenwinkel γ .

Das Stereogramm der medialen Seite (Fig. 29) ist in analoger Weise wie lateral durch Projektion der Seitenlinie LM auf die Medianebene gewonnen, und gibt die Punkte K und N. Man vervollständige die Figur, wie auf der lateralen Seite angegeben. Dann ist wieder

$$MN = KO$$

$$KO = KL - x_1,$$

folgl. auch: $MN = KL - x_1$ und

$$x_1 = s_1 \cdot \cos \sigma_1$$

4. mithin: $MN = KL - s_1 \cdot \cos \sigma$ (Breite des Extr. med. cor.)

Nach dem Satze des Pythagoras ist dann wieder

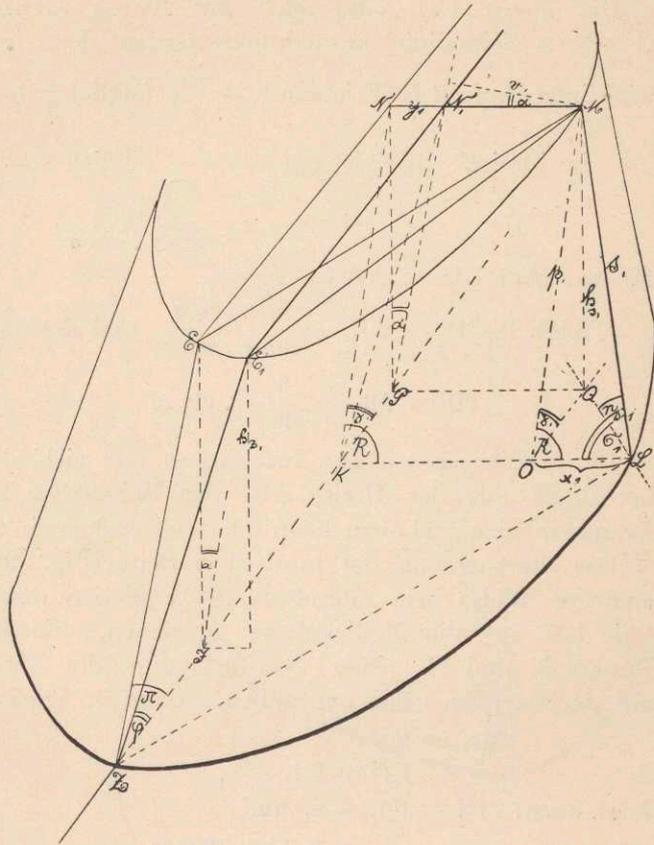
5. $NE = \sqrt{ME^2 - MN^2}$ (Länge des Extr. med. cor.)

Und mit Ausschaltung der Seitenlinie s_1 ergibt sich analog wie oben für die Breite

6. $MN = KL - \frac{h_{s_1}}{\sin \gamma_1} \cdot \text{ctg } \sigma_1$.

Ich will auch die Berechnung einiger Zehengrößen durchführen. Ist beispielsweise das Basion nicht genau zu fixieren gewesen, oder sollen genommene Zahlenmaße rechnerisch kontrolliert werden, so kann man folgender-

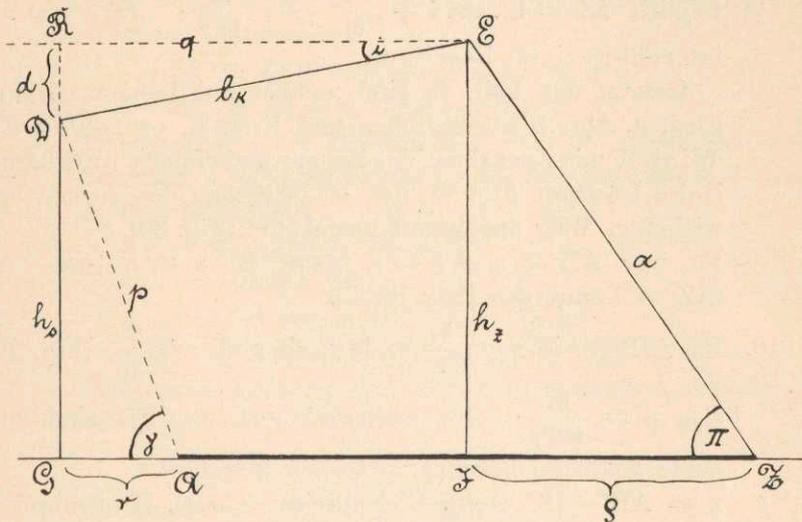
Fig. 29.



maßen verfahren. In Fig. 30 ist Viereck DEGZ gleichsam aus der Mediane ebene (Fig. 28) herausgehoben; es stellt also E wieder das Koronion, Z das Basion, D die Projektion des Extrem. coron., A die Projektion des Extr. basil., mithin DA die Projektion der Lin. lateralis und

DE (l_k) die gemessene Länge des Extr. coron. dar. Wenn ich dann vom Koronion E aus die Horizontale q ziehe, ist Δi die Inklination der Facies coronaria bis zum Extremum (D wie C), d die Differenz von $h_z - h_s$ (Zehen- und Seitenhöhe). Die übrigen Größen ergeben sich aus dem Vergleich mit Fig. 28.

Fig. 30.



Meßbar sei an der Zehenwand nur $\Delta \pi$ und h_z . Es fehle die Bestimmung von Z, mithin die Länge des Extremums AZ, die Linea antica, also ein Teil der wichtigsten Maße überhaupt. Es ergibt sich zunächst:

7. $a = \frac{h_z}{\sin \pi}$. Punkt A ist bekannt. (Proj. von B.) Wenn ich also AZ errechnen kann, gewinne ich Punkt Z.

Nach Konstruktion ist $AZ = GZ - r$ und

$$GZ = GJ + e,$$

$$GJ = q,$$

$$\text{demnach } AZ = q + e - r (!)$$

- q ist bestimmbar aus $\triangle EJZ$, nämlich $q = \frac{h_z}{\operatorname{tg} \pi}$,
 r „ „ „ $\triangle DGA$, „ $r = \frac{h_s}{\operatorname{tg} \gamma}$,
 q „ „ „ $\triangle ERD$, „ $q = l_k \cdot \cos i$
8. Für $\angle i$ ergibt sich aus dem rechtwinklig. $\triangle RED$:
- $$\sin i = \frac{d}{l_k} = \frac{h_z - h_s}{l_k},$$
- } Nach den trigonometrisch. Sätzen vom rechtwinkligen Dreieck.

9. folglich $AZ = l_k \cdot \cos i + \frac{h_z}{\operatorname{tg} \pi} - \frac{h_s}{\operatorname{tg} \gamma}$. Das Basion ist rechnerisch bestimmt.

Gesetzt den Fall, es sind meßbar nur Längen, Breiten (Ord. u. Absc.), sowie Höhen und Kurven, es fehlen die Winkel mit Ausnahme des Zehenwandwinkels und sämtliche Längen der Wand, so geht man den soeben entwickelten Weg annähernd umgekehrt (Fig. 30).

Es war $AZ = q + e - r$, dann ist $r = q + e - AZ$ ($AZ =$ Länge des Extr. basil.).

10. Im $\triangle DGA$ ist dann $\frac{h_s}{r} = \operatorname{tg} \gamma$, $\sin \gamma$ aber $= \frac{h_s}{p}$ (Fig. 28),

also $p = \frac{h_s}{\sin \gamma}$. Im rechtwinkligen $\triangle CFB$ sind nun

beide Katheten bekannt; p soeben bestimmt.

$x = AB - DC$ (seitl. Bodenbreite — seitl. Kronenbreite),

11. folglich ist $\operatorname{tg} \sigma = \frac{p}{x} = \frac{h_s}{\sin \gamma \cdot x}$ und

12. Linea $s = \frac{p}{\sin \sigma} = \frac{x}{\cos \sigma}$.

In entsprechender Weise sind Größe und Neigungsverhältnisse der lin. posticae zu bestimmen.

Über den Neigungskoeffizienten vergleiche das auf Seite 44 Gesagte.

Schiefhuf. Die Darstellungen der Fig. 28 u. 29 können gleichzeitig für einen mit schiefer Achsenstellung behafteten Schiefhuf gelten. CD ist um das unbekannte Stück y bis zur (schiefen) Achsenebene D_1E_1ZG verlängert, die in der metrischen Normalen ZG auf der Bodenfläche mit der Medianebene zusammentrifft. Ihre Deklination stellt der Winkel α dar, gemessen mit dem Lechnerschen

Winkelmesser in der Stellung der Fig. 22 am Transporteur t_1 . Das Koronion E_1 wird mit dem Extremum lat. C verbunden. Dann ist:

$$CD_1 = CD + y.$$

Wird für CD der oben in Formel 1) berechnete Wert gesetzt, so ist $CD_1 = (AB - s \cdot \cos \sigma) + y$.

Im Dreieck $DD_1 G$ ist $y = h_s \cdot \operatorname{tg} \alpha$. (Im rechtwinkligen Dreieck ist eine Kathete = der andern, multipliziert mit dem Tangens des der ersten Kathete gegenüberliegenden Winkels). Mithin

$$CD_1 = (AB - s \cdot \cos \sigma) + h_s \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$13. \text{ ad1) oder } CD_1 = AB + h_s \cdot \operatorname{tg} \alpha - s \cdot \cos \sigma$$

Die rechnerische Bestimmung der im gewählten Falle lateralen Kronenbreite kann also erfolgen aus den direkt meßbaren Größen:

AB = Bodenbreite (lateral)

h_s = seitlicher Höhe

$\Delta \alpha$ = Declination der Achsenebene

$\Delta \sigma$ = seitlicher Wandwinkel.

Mit Ausschaltung der Größe s gestaltete sich die Berechnung:

$$CD_1 = AB + h_s \cdot \operatorname{tg} \alpha - s \cdot \cos \sigma$$

Es war $s = \frac{h_s}{s \sin \gamma \sin \sigma}$, also

$$CD_1 = AB + h_s \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{h_s \cdot \cos \sigma}{\sin \gamma \sin \sigma},$$

$$CD_1 = AB + h_s \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{h_s \cdot \operatorname{ctg} \sigma}{\sin \gamma}, \text{ mithin}$$

$$14. \text{ ad3) } CD_1 = AB + h_s \cdot \left(\operatorname{tg} \alpha - \frac{\operatorname{ctg} \sigma}{\sin \gamma} \right)$$

Auf der medialen Seite ist

$$\text{Breite } MN_1 = MN - y_1$$

Es war aber $MN = KL - s_1 \cdot \cos \sigma$ (s. oben),

folglich $MN_1 = KL - s_1 \cdot \cos \sigma - y_1$,

im rechtwinkligen Dreieck $NN_1 P$ ist

$$y_1 = h_{s_1} \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ (s. oben)}$$

$$15. \text{ ad1) u. 4) folgl. } MN_1 = KL - s_1 \cdot \cos \sigma - h_{s_1} \operatorname{tg} \alpha \text{ (Berechnung aus den korresp. Fakt. wie lateral.)}$$

Mit Ausschaltung der Größe s_1 ergibt die Berechnung:

$$MN_1 = KL - s_1 \cdot \cos \sigma - h_{s_1} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$s_1 = \frac{h_{s_1}}{\sin \gamma_1 \cdot \sin \sigma_1} \quad (\text{analog der Berechnung von } s \text{ auf d. lat. Seite})$$

folglich: $MN_1 = KL - \frac{h_{s_1} \cdot \cos \sigma}{\sin \gamma_1 \sin \sigma_1} - h_{s_1} \cdot \operatorname{tg} \alpha$. Dann ist

$$16. \text{ ad 3) u. 6) } MN_1 = KL - h_{s_1} \left(\frac{\operatorname{ctg} \sigma_1}{\sin \gamma_1} - \operatorname{tg} \alpha \right)$$

Länge und Breite der Postrema. Die entsprechenden Stereogramme können für die Postrema entworfen werden. Letztere würden in gleicher Weise auf die Medianebene projiziert und die Figur würde, wie für die Extrema geschehen, in analoger Weise vervollständigt werden. Dieselben mathematischen Sätze gelten auch hier. In die für die Extrema gewonnenen Formeln brauchen nur die entsprechenden Größen für die Postrema eingesetzt werden.

Es sei

b_x die unbek. lat. Br. d. Postr. lat. bei gradem Huf

b_{x_1} " " " " " " " " " " schiefem "

l_x " " " Länge " " " " " " graden "

l_{x_1} " " " " " " " " " " schiefem "

Durch Messung können gefunden werden die Größen:

b = Breite des Postr. lat. bas.

s_r = Lin. post. lat.

σ_r = lat. Trachtenwandwinkel

γ_r = coordin. Flächenwinkel

h_r = lat. Trachtenhöhe

r_p = lin. Entfern. d. Postr. lat. cor. vom Koronion bei gradem Huf

r_{p_1} = lin. Entfern. d. Postr. lat. cor. vom Koronion bei schiefem Huf.

Dann ist unter Einsetzung in die auf Seite 80 ff. entwickelten Formeln:

$$\text{ad 1) } b_x = b - s_r \cdot \cos \sigma_r \quad (\text{Breite d. Postr. lat. cor. b. ger. Huf})$$

$$\text{ad 2) } l_x = \sqrt{r_p^2 - b_x^2} \quad (\text{Länge " " " " " " " " " "})$$

$$\text{ad 3) } b_x = b - \frac{h_r \cdot \operatorname{ctg} \sigma_r}{\sin \gamma_r} \quad (\text{Br. " " " " " " " " " " unt. Ausschalt. d. Lin. post.})$$

können. Es bleibt deshalb nur folgender Weg (Fig. 28—31):
Aus Dreieck D G A berechne ich Strecke G A. Da

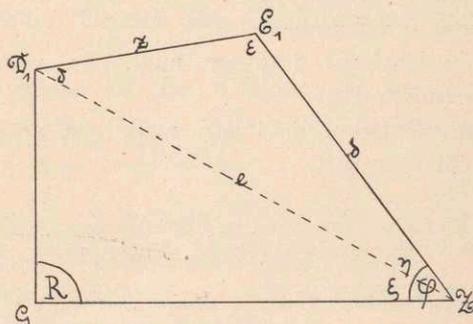
$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h_s}{GA} \text{ ist, so ist } GA = \frac{h_s}{\operatorname{tg} \gamma}.$$

Im Dreieck D D₁ G ist $\cos \alpha = \frac{h_s}{D_1 G}$, folgl. $D_1 G = \frac{h_s}{\cos \alpha}$.

Im Viereck D₁ E₁ Z G kennen wir jetzt drei Seiten: D₁ G, E₁ Z und G Z, letztere setzt sich zusammen aus G A (oben bestimmt) + A Z (gemessene Länge des Extr. lat.). Außerdem ist Winkel D₁ G Z als Rechter bekannt und Winkel φ als gemessener Zehenwandwinkel.

Man verfolge nunmehr die Fig. 31, welche das Viereck D₁ G Z E₁ herausgehoben darstellt. Unbekannt ist D₁ E₁. Die Diagonale D₁ Z teilt das Viereck in zwei Dreiecke,

Fig. 31.



ein stumpfwinkliges D₁ Z E₁ und ein rechtwinkliges D₁ G Z.

Im letzteren ist $e^2 = D_1 G^2 + G Z^2$, folglich

$$e = \sqrt{G Z^2 + D_1 G^2} \quad (D_1 G \text{ oben berechnet})$$

$\sin \zeta = \frac{D_1 G}{e}$. Obige Werte eingesetzt gibt

$$\sin \zeta = \frac{h_s}{\cos \alpha \cdot e} \quad \text{Winkel } \eta = \varphi - \zeta.$$

Im Dreieck D₁ Z E₁ sind uns also zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel bekannt, die trigonometrische Bestimmung der übrigen Größen kann also mit Hilfe des Tangentialsatzes erfolgen. Das ergibt die Proportion:

$$\frac{e-d}{e+d} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\varepsilon-\delta}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\varepsilon+\delta}{2}} \quad (d = \text{Lin. antica. } \varepsilon + \delta = 2R - \eta),$$

$$\text{folglich } \operatorname{tg} \frac{\varepsilon-\delta}{2} = \frac{(e-d) \cdot \operatorname{tg} \frac{\varepsilon+\delta}{2}}{e+d}.$$

Aus der Addition von $\frac{\varepsilon+\delta}{2} + \frac{\varepsilon-\delta}{2}$ ergibt sich **Winkel** ε ,
aus ihrer Subtraktion **Winkel** δ .

Nach dem Sinussatze verhält sich jetzt

$$17. \frac{z}{\sin \eta} = \frac{d}{\sin \delta}, \text{ folglich } z = D_1 E_1 = \frac{d \cdot \sin \eta}{\sin \delta}, \text{ [in welches}$$

Resultat die errechneten Größen einzusetzen sind. Medial die entsprechende Rechnung für die unbekannte Größe $E_1 N_1$ aus dem Viereck $E_1 N_1 PZ$.

Im allgemeinen wird man in diesen Fällen den metrischen Weg dem umständlichen rechnerischen vorziehen.

Die Berechnung der Längen für die Postrema coronae des Schiefhufs vollzieht sich nach gleichen Regeln.

Eine sehr wichtige Strecke für die Statik und Mechanik am Hufe mit schiefer Achsenebene mit Bezug auf Extrema und Postrema ist noch der vertikale Abstand dieser Punkte von der Achsenebene, für den regelmäßigen Huf ohne weiteres gegeben durch ihre Breiten, für den schiefen Huf aber nur durch einfache Rechnung zu bestimmen.

Fällt man von C oder M auf die Achsenebene Lote (v und v_1), so ist der durch diese Lote bei C und M abgeschnittene Winkel $= \alpha$ (Declin. Winkel), da die Schenkel der Winkel $D_1 C N$ und $D G D_1$ senkrecht aufeinander stehen, folglich ist

$$18. \cos \alpha = \frac{v}{CD_1} \text{ und } v = CD_1 \cdot \cos \alpha, \text{ ebenso}$$

$$19. \quad v_1 = M_1 \cdot \cos \alpha.$$

Wir bedürfen dieser Strecken später wahrscheinlich zur Feststellung der auf die seitlichen Punkte der Wand wirkenden Drehmomente.

Zahlreiche andere Größen lassen sich ebenfalls durch Rechnung bestimmen. Die häufige Wiederkehr recht-

winkliger Dreiecke ermöglicht z. B. auch eine ausgiebige Anwendung des pythagoräischen Satzes bei Berechnung der Längen- und Breitenmaße resp. der Bogensehnen. Wo die Hypothenuse im Diagramm der Meßpunkte und -linien fehlt, konstruiere man sie als Hilfslinie, beispielsweise vom Postremum zum Koronion im Längenbreitendreieck der Tracht u. s. f.

Auch Höhen lassen sich aus Wandlängen und Wandwinkeln mit Leichtigkeit berechnen. Es bleibt dem Ausübenden überlassen, sich für die rechnerische oder metrische Bestimmung zu entscheiden.

Zusammenfassung.

Die relativ große Zahl der zur methodischen Messung notwendigen Maße läßt eine zusammenfassende Übersicht über den Gang des Verfahrens wünschenswert erscheinen:

1. *Am rationell vorbereiteten Huf wird die metrische Normale bestimmt (S. S. 48—50) und das Basion sowie beide Postrema markiert.*
2. *Verbringen des Hufes auf die horizontale Projektierplatte, Einstellung auf eine Richtlinie und Fixierung und Markierung der Extrema basilaria am Hufe und auf der Platte (S. 50).*
3. *Abnahme der Längen und Breiten durch Ablesen vom Projektierpapier a) der Extrema, b) event. der Postrema (S. 51).*
4. *Bestimmung des Koronions und der Extrema coron. mittelst Tangentialkomparators. Markierung der gewonnenen Punkte am Huf (S. 54—55).*
5. *Fixierung der Postrema coron. durch Aufsuchen der Linea postica (S. 56).*
8. *Abnahme der Längen und Breiten der Kronenpunkte mittelst Komparators (S. 70).*
9. *Abnahme oder Kontrolle der Längen und Breiten der Basis mittelst Schublehre (Postrema) (S. 60 u. f.).*
10. *Messung der Bogen und ihrer Sehnen an der Basis (S. 62 u. f.).*
11. *Messung der Sehnen und Bogen der Kronenkurvatur (S. 68).*

12. Messung der Wandlängen (*Lin. ant.*, *Lin. laterales u. posticae* und Höhen) (S. 59 u. 67).
13. Winkelmessung a) der Wand (S. 72 u. f.), ev. b) der Inklinationswinkel (S. 75-76).
14. Berechnung der linearen Indices (*L. Br. J.*, *L. H. J.* usw.) (S. 64-65).
15. Berechnung der Krümmungsindices (*Kr. J.*) (S. 65 u. 68).
16. Nach Bedarf die übrige trigonometrische Berechnung (S. 79 ff.).

Das entworfene System umfaßt nur eine Morphologie der Hufwandung. Die Hoplometrie ist damit bei weitem nicht erschöpft, konnte auch im Rahmen dieser Arbeit nicht erschöpft werden. Zahlreiche Unterprobleme harren ihrer Lösung, von denen vielleicht die Dickenverhältnisse der Wand das wichtigste sind. Hornsohle und Eckstreben stellen für die Morphologie kaum weniger zu beachtende Teile dar. Gemäß dem Grade der methodischen Erforschung aller dieser Teile wird es möglich sein, dem Hauptziele der Hoplometrie, der Aufklärung aller statischen und mechanischen Verhältnisse am Huf immer näher zu kommen.

Literatur.

1. Benedikt, Moritz. Kraniometrie und Kephalmetrie, Vorlesungen. Wien und Leipzig 1888.
2. Bouley, H. Traité de l'organisation du pied du cheval. 1851.
3. Bourgelat. Essai théorique et pratique sur la ferrure. Paris 1813. III. éd.
4. Bourgelat. Eléments de l'art vétérinaire. Paris 1818. VII. éd.
5. Brauell. Mag. f. d. ges. Tierh. Bd. XX, S. 389. 1854. „Über den Einfluß der Fesselnerven auf das Wachstum des Hufes.“
6. Brauell. Mag. f. d. ges. Tierh. Bd. XXIV, S. 439. 1858. „Über die künstliche Beschleunigung des Wachstums der Hufwand.“
7. Clark, Braey. Hippodonomia und Podophthora. Übers. a. d. Engl Frankfurt a. M. 1832.
8. Degive, Alph. Manuel de maréchalerie, pag. 22—28, 154. 159—162. Bruxelles 1901.
9. Delpérier, J. B. Etude speciale du sabot du cheval. Paris Asselin u. Houzeau) 1898.
10. Dominik. Über den Bockhuf des Pferdes. 1865. Mag. f. d. ges. Tierh. Bd. XXXI, S. 83—87.
11. Dominik. Der rationelle Hufbeschlagn. 1888.
12. Eberlein, R. Lehrbuch des Hufbeschlagn. Berlin. IV. A. 1910.
13. Fambach. Die Knochenachse des Pferdefußes etc. Hufschmied 1887. No. 1 u. 2.
14. Fischer, H. Hufmeßinstrument für d. kalten Beschlag. Hufschmied 1908, No. 12, S. 306.
15. Flusser. Zur Configuration des Hufes, Centralblatt No. 20, S. 309.
16. Flusser. Österr. Monatshefte f. Tierh. 1908. No. 9, S. 385. Onychometrie.
17. Flusser. Onychometrie. Tierärztl. Rundschau 1911, No. 30.
18. Fröhner, R. Die Wandstärke des Pferdehufes. Hufschmied 1908, No. 1, S. 6.
19. Groß, J. C. Lehr- und Handbuch d. Hufbeschlages. IV. A. Stuttg. 1869.
20. Goyau, L. Traité pratique de maréchalerie, Paris 1890.
21. Großbauer. Der Hufbeschlagn. Wien und Leipzig 1910, 3. A.
22. Großbauer. Bestimmung der Hufformen durch Messung der Neigungswinkel der Hornwand. Hufschmied 1905, No. 1, S. 3.
23. Gutenäcker. Die Lehre vom Hufbeschlagn, 7. A. Stuttgart.

24. Hertwig. Mag. f. d. ges. Tierh. Bd. 8, S. 238.
25. Herrmann. Der Hufschmied. 1892, No. 6.
26. Hufschmied. Bd. I. 1. Über Podometer oder Hufmesser.
27. Hüni. Zur Kenntnis des normalen Pferdehufs. Schweizer Arch. f. Tierh. 1883, S. 87.
28. Jauze, W. Die vollständige Hufbeschlagskunst. Übers. von J. G. Müller. Berlin 1834.
29. Jauze, W. 110 Tafeln zur Hufbeschlagskunst. Übers. a. d. Französ. von J. G. Müller. Berlin 1834.
30. Kambly. Die Elemente der Mathematik. Stereometrie.
31. Kösters. Lehrbuch des Hufbeschlags. Berlin 1908. IV. A.
32. Lechner, J. Universal-Huflängen- und Winkelmesser. Österr. Monatsh. f. Tierh. 1883, No. 5 ff.
33. Lechner, J. Der Huf und seine Mechanik. Monographie. Wien 1904.
34. Lueger, Otto. Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften. Bd. 3, 5, 6. Stuttgart und Leipzig.
35. Lungwitz, A. Der Fuß des Pferdes. Leipzig. X. A.
36. Lungwitz, M. Übungen am Hufe 1903.
37. Lungwitz, M. Die regelmäßige Gliedmaßenstellung. Der regelmäßige Huf und die Fuß- oder Zehennachse des Pferdes. Hufschmied Bd. XX, S. 55, 72.
38. Lungwitz, M. Der Fuß des Pferdes usw. Hannover. IX. A. 1909.
39. Möller, H. Die Entwicklungsgeschichte des Hufes. Mag. f. d. ges. Tierh. 1872, Bd. XXXVIII, S. 321.
40. Möller, H. Anleitung zum Bestehen der Hufschmiedepfprüfung 1912.
41. Naumann, Joh. Georg. Handbuch der Pferdewissenschaft. Berlin 1828, III. A.
42. Nüsken, Fr. Handbuch der Schmiedekunst und des Hufbeschlages. Lemgo 1828, S. 177.
43. Peuch et Lesbre. Précis du pied du cheval et de sa ferrure. Paris 1896.
44. Pillwax. Lehrbuch des Huf- und Klauenbeschlages. V. A. (Bearb. v. Gutenäcker) Wien und Leipzig 1892.
45. Prinz, G. C. Die Hoplometrie oder das Hufbeschlagmaßnahmen. Dresden 1843.
46. Ranke, J. Der Mensch. Leipzig 1888, Bd. 1.
47. Riquet. Considération générales sur la maréchalerie etc. Tours 1840.
48. Schmidt, C. A. Der rationelle Hufbeschlag in Wort und Bild dargestellt. Breslau 1910.
49. Schwentzky. Hufwinkelmesser. Hufschmied 1891, No. 8.
50. Schwentzky. Messungen bezüglich der Belastungen der Hufe an Pferden mit norm. und fehlerhaft. Stellung. Hufschmied 1894.
51. Schwyter, H. Die Gestaltsveränderungen des Pferdefußes infolge Stellung und Gangart. Dissert. Univers. Zürich 1906 (Bern).
52. Sticker. Über die Anwendung des Podometers bei chron. Hufgelenkentzündung. Mag. f. d. ges. Tierh. Bd. II, 1836, S. 134—140.
53. v. Török. Grundzüge einer systematischen Kraniometrie. Stuttgart 1890.

54. v. Török. Über ein Universal-Kraniometer. Leipzig 1888.
 55. Tscherning. Anatom.-physiolog. Bemerkg. über die Pferdezehe. Mag. f. d. ges. Tierh. 1844. Bd. IX, S. 129.
 56. Weinstein, B. Handbuch der physikalischen Maßbestimmungen 1886, Berlin, Bd. I.
 57. Wolff, Julius. Das Gesetz der Transformation der Knochen. 1892.
 58. Wolff, Vincens. Der schiefe Huf. Tierärztl. Centr. Bl. 1898, S. 504
 59. Wolff, Vincens. Hufmessung und Hufmechanik. Tierärztl. Centr. Bl. 1902, No. 7 und 33.
 60. Wolff, Vincens. Über Hufkunde. Votr. a. d. Vers. deutsch. Naturforscher und Ärzte. Salzburg 1909. Referat Deutsche Tierärztl. Woch. 1909. No. 44.
 61. Nagels Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. IV. 2. 1907.
 62. Litteraturgesch. d. Hufbeschl. Hufschmied 1. Jahrg. S. 145, 168, 184.
-

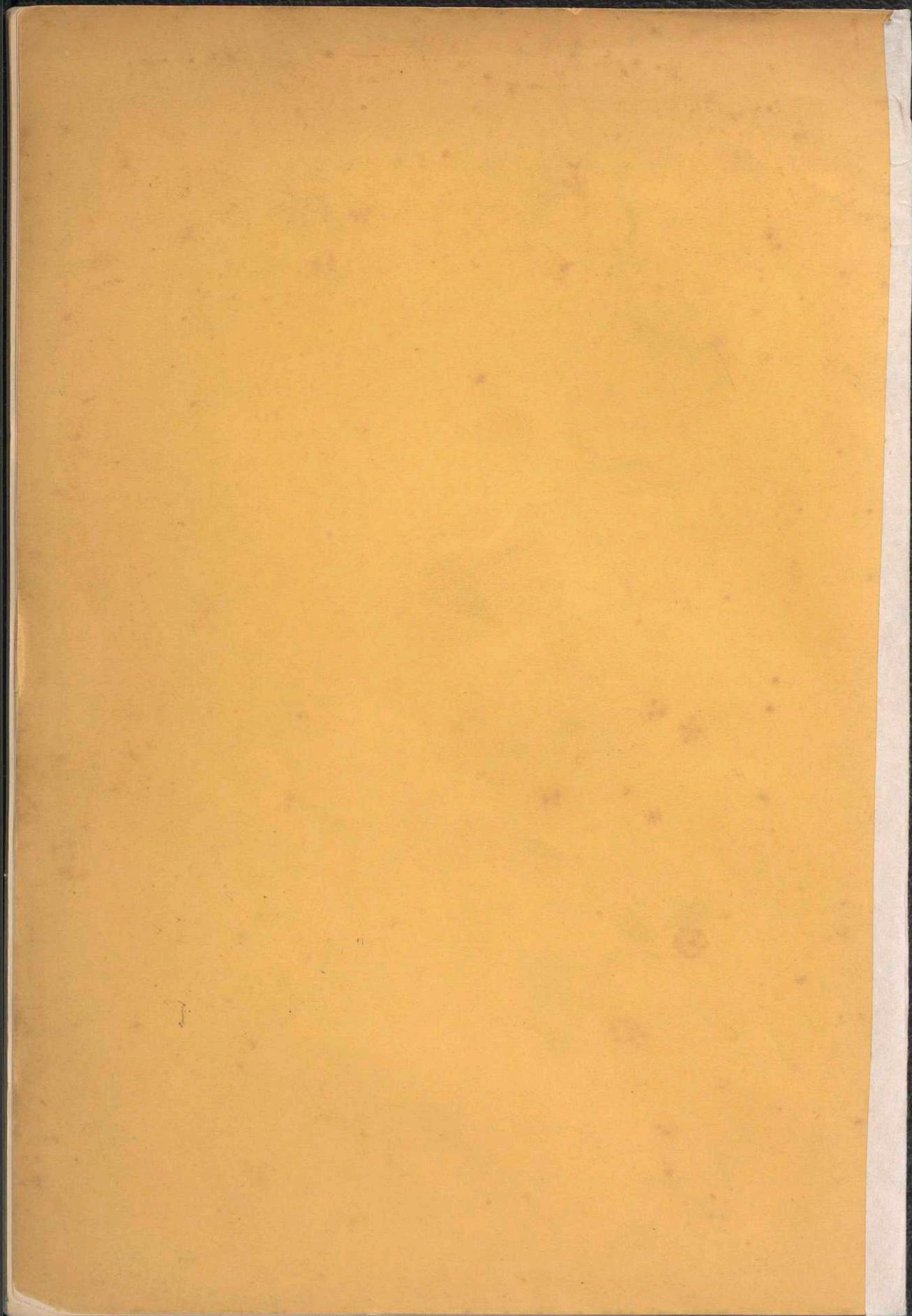
Lebenslauf.

Ich, Ernst Hugo Meier, evangelischer Konfession, wurde am 30. Mai 1875 als Sohn des Telegraphen-Assistenten Wilhelm Meier und seiner Ehefrau Bertha geb. Luckwaldt, zu Angermünde in der Uckermark geboren. Bis zu meinem 6. Lebensjahre wuchs ich dort auf. Alsdann siedelte unsere Familie nach Berlin über, wo ich anfangs eine städtische Gemeindeschule, später das Dorotheenstädtische Realgymnasium besuchte. Das Reifezeugnis erwarb ich auf dem Luisenstädtischen Realgymnasium zu Berlin. Im Oktober 1893 wurde ich an der Tierärztlichen Hochschule in Berlin immatrikuliert. Neben dem Studium der Tierheilkunde widmete ich mich einem ergänzenden naturwissenschaftlichen und philosophischen Studium an der Berliner Universität. Die tierärztliche Approbation erwarb ich im Juni 1898 und genügte vom 1. Oktober 1898 bis 30. September 1899 meiner Militärpflicht; der Reserve gehöre ich noch an. Anfangs außerhalb und in Berlin in verschiedenen Vertretungen tätig, faßte ich allmählich in eigener Praxis in Berlin festen Fuß und übe daselbst meine Tätigkeit als praktischer Tierarzt noch aus. Seit Beginn des Krieges befinde ich mich im Felde.

Druck von Gebrüder Grunert, Berlin SW.



84600000578877



Freie Universität



Berlin

