

I. Originalarbeiten.

Beiträge

zur

Anatomie und Physiologie der menschlichen Haut.

Von

Prof. Wladimir Tomsa in Kiew.

(Mit Taf. I u. II.)

In der vorliegenden Arbeit hatte ich mir die Aufgabe gestellt, das Blutgefässsystem der menschlichen Haut näher zu erforschen.

Während der Untersuchung gewann ich die Ueberzeugung, dass der Grund unserer bisherigen mangelhaften Kenntnisse über die Hautcirculation grossentheils in der geringen Würdigung liege, die wir der *Mechanik* des Hautgerüstes angedeihen lassen.

Man begnügt sich gewöhnlich damit, die Anordnung der Blutgefässe der Haut ausschliesslich vom Gesichtspunkte der histologischen Statik aus zu betrachten und vernachlässigt den dynamischen Einfluss, den die anatomische Anordnung des Hautgerüstes, seine Spannung und Elasticität*) im Verein mit den verschiedenen physiologischen Zuständen der Hautmuskeln auf *die Richtung und Lage der Blutgefässverästlung als Ganzes*, d. h. auf die Circulationsebene in der Haut ausüben muss. All' die genannten Factoren sind aber Kräfte, die vom Anbeginn mit

*) K. Langer: Zur Anatomie und Physiologie der Haut, XLIV und XLV. Bd. Sitzungsberichte der Wiener k. k. Akademie der Wissenschaften.

einander im Kampfe stehen, und welche die definitive Lagerung des Hautgerüsts in der Richtung ihrer Resultante anordnen, wobei aller in das Hautgerüste passiv eingebettete Inhalt, als: Drüsenschläuche, Haare und das Röhrensystem der Blutbahn dem Gesetze des Kräfteparallelogrammes folgen muss.

Bei Ausserachtlassung dieser Umstände wird es nicht so leicht gelingen, sich in allen gegebenen Fällen ein zusammenhängendes Bild vom Blutstrome der Haut zu verschaffen.

Aus diesem Grunde werde ich es versuchen, der Darstellung des Blutgefässsystemes in der Menschenhaut eine Betrachtung über die Mechanik des Hautgerüsts vorausszuschicken.

I. Zur Mechanik des Hautgerüsts.

§. 1. Ein jedes Hautstück ist ein zusammengesetztes Organ, bestehend aus zwei, ihrer Thätigkeit nach verschiedenen Theilen: dem mechanischen und absondernden. Zu dem mechanischen zählt das Hautgerüste mit seinen Bewegungsorganen, den Hautmuskeln; zu dem absondernden die drüsigen und epidermidalen Ein- und Auflagerungen nebst den Blutgefässen und Nerven.

Es ist klar, dass diese beiden Hautbestandtheile nach einem bestimmten Gesetze gruppirt sein müssen. Da nun das Hautgerüste mit vielen *beweglichen* Theilen des Organismus und zwar in den verschiedensten Richtungen und Ebenen verknüpft ist, während die absondernden Hautbestandtheile passiv und mehr gleichmässig in diesen allgemeineren Träger eingesenkt sind, so wird dieses Gesetz hauptsächlich von der Mechanik dieses Gerüsts abhängen.

Allein dieses Gesetz kennen wir nicht, denn wir haben noch keine genügende Erklärung für die Haarrichtung, wir wissen auch nicht anzugeben, *warum der Blutstrom in einem Hautstücke den Raum in dieser und nicht in jener Ebene durchheilt*.

Es galt nun den Versuch zu machen, dieses Gesetz zu eruiren.

Den ersten Schritt zur Erreichung dieses Zieles that Langer. Erst seine Untersuchungen über Spaltbarkeit, Span-

nung und Elasticität der Haut belehrten uns gründlich darüber, dass die menschliche Haut, welche in ihrer Gesamtheit gewöhnlich als ein den menschlichen Organismus umhüllender Sack beschrieben wurde, der je nach den Bedürfnissen seines Inhaltes ein- oder ausgestülpt ist, kein solches Ding ohne bestimmten Anfang und ohne bestimmtes Ende sei, sondern, dass die gesamte Hautoberfläche in bestimmte Territorien, Schleifen und Gürtel zerfällt, die in einem bestimmten Verhältnisse zu dem von ihnen Bedeckten stehen.

Mein Streben ging nun dahin, Langer's Schleifen und Gürtel noch mehr zu zerspalten und ihr Gerüste auf ein allgemein gültiges *Hautschema* zurückzuführen, gewissermaassen eine anatomisch-physiologische *Einheit* für das Hautgerüste aufzustellen.

War mir das gelungen, so musste es möglich sein, das Hautschema auch aus künstlichem Materiale zu verfertigen, und daraus, indem man es den örtlichen Bedingungen gemäss befestigte und spannte und darauf die gleichfalls schematisirten Hautmuskeln einwirken liess: das Wesen der Spaltbarkeit der Haut, die Richtung und Lage der drüsigen und epidermidalen Einlagerungen und schliesslich die Ebenen für die Blutcirculation auf eine einfache, anschauliche Art abzuleiten.

Betrachten wir daher zunächst in Kürze die anatomische Grundlage der Haut, um daraus ein für unsere Zwecke brauchbares Schema abzuleiten.

§. 2. *Collagenes Hautgerüste.* Es gilt jetzt allgemein die Anschauung, dass an einem zur Oberfläche senkrecht geführten Hautabschnitte zunächst zwei Schichten auffallen, deren Abgränzung von einander, so entschieden sie auch hervortritt, nicht durch einen zwischen beiden Schichten hinlaufenden Contour hervorgebracht wird. Diese beiden Schichten sind die mächtige Pars reticularis und die schmälere Pars papillaris.

Die *innere* oder Reticularschichte, besteht aus verschiedenen dicken Faserbündeln, welche aus den Fascien, Zwischenmuskulbändern u. s. w. entstehen und entweder mehr oder minder senkrecht emporsteigen oder anfänglich mit der Hautoberfläche parallel laufen, dann gegen letztere geneigt aufsteigen und auf

diesem Wege sich unter allen möglichen meist jedoch spitzen Winkeln durchkreuzen.

In der *äusseren* Schichte der Papillarschichte angelangt, löst sich das Bindegewebsbündel der Netzschichte auf, die verjüngten Bündel zerfallen nach allen möglichen Richtungen in fibrilläre Elemente und verflechten sich dicht unter einander zu einem Filze, dessen tiefere an die Netzschichte stossende Lage jedoch gröber ist.

Dieses Zerfallen des collagenen Bündels in Fibrillen und ihr dichtes Verfilzen unter einander ist Ursache, warum jeder mikroskopische Schnitt durch die Pars papillaris vorwaltend aus feinen Querschnitten mosaikartig aufgebaut ist, während die Pars reticularis in gewissen Richtungen mehr oder minder in deutliche Längs- und Querschnitte zerlegt werden kann.

Wir haben also im Dickendurchmesser der Haut zweierlei wesentlich verschiedene aber in einander übergehende Anordnungen des Hautgerüsts: ein dichtes, peripherisches, nach Art eines Filzes verflochtenes, *Fibrillennetz*, und ein tiefes, mehr regelmässig in der Fläche ausgespanntes *Gitterwerk* aus gröberen Bindegewebebündeln, deren Maschen die Form von engeren und weiteren *Rhomben* oder *Polygonen* annehmen.

Nach den Angaben Langer's haben die Maschen der Netzgeschichte die rhombische Form, herrührend von diagonaler Kreuzung der Bindegewebsbündel, so dass der Raum zwischen je zwei in einer Richtung liegenden Maschen ausschliesslich aus einer gewissen Anzahl diagonaler Kreuzungen von Bindegewebsbündeln bestände. An Flachschnitten gegerbter Haut gewinnt man jedoch die Ueberzeugung, dass der Zwischenraum zwischen den Maschen auch an vielen Stellen von queren Bündeln durchsetzt wird und dass letztere die spitzen Winkel von Langer's Rhomben abstumpfen, wodurch verschobene Sechsecke und Polygone zu Stande kommen. Im Allgemeinen kann man sagen Je länger und gleichmässiger die das Hautgerüste bildenden Bindegewebsbündel sind, d. h. je entfernter der subcutane Ursprung des Bindegewebsbündels von seinem peripherischen verfilzten Ende in der Pars papillaris und je übereinstimmender die Längenmaasse der einzelnen Bündel, desto rhomboidaler gestalten sich die Maschen; je kürzer und ungleichmässiger das

collagene Materiale des Hautgerüsts, desto mehr nehmen die Maschen die Gestalt von Polygonen an. Es wird dies verständlich, wenn man den richtenden Einfluss der Spannung auf längere und gleich lange Bindegewebsbündel einerseits und kürzere und ungleich lange andererseits in Erwägung zieht.

Denken wir uns nun den Bindegewebsfilz der Pars papillaris über die mächtige Aufschichtung des groben Gitterwerkes der Pars reticularis lose hingelegt und an gewissen Stellen durch die Rhomben oder Polygone des tiefen Geflechtes eingestülpt, so erhalten wir ein Bild von der Einlagerung der Haarbälge.

Diese anscheinend schematische Anschauung bestätigen Untersuchungen an *gegerbter* Haut. Hat man sich z. B. ein Präparat aus gegerbter Menschenhaut in der Art angefertigt, dass der Schnitt, der Längsaxe des Haarbalges parallel, gerade in der Berührungsebene zwischen äusserer Haarbalgwand und dem umstrickenden Hautgerüste herabgeht, so sieht man in der That den Hals des Haarbalges mit der Pars papillaris cutis eng verwachsen, während die äussere Oberfläche des Haarbalges und sein Grund von den Bündeln des Stratum reticulare nur lose umlagert ist oder nur einzelne, spärliche fibrilläre Verbindungen mit ihnen eingeht. Letztere können überdies als durch den Gerbeprocess geschrumpfte Blutgefässe gedeutet werden.

Die äussere Wand des Haarbalges ist merklich längsfaserig. Nach Abtragung der äusseren Wand überzeugt man sich, dass die Längsfaserung nach innen zu einer Auffilzung Platz macht. Die Wand des Haarbalges ist daher mit der Pars papillaris cutis übereinstimmend gebaut: die äussere Schichte des Haarbalges entspricht dem tieferen Theile der Pars papillaris, jenem, wo die Zerspaltung der groben Bündel in feinere beginnt; der Bau der inneren Schichte fällt mit jenem der äusseren Zone des Papillartheiles zusammen, wo die verjüngten Bündel sich zum Fibrillenfilz gestalten. Jene den glatten Muskelfasern ähnlichen Gebilde, die man gewöhnlich an nicht gegerbten Präparaten als Constituenten der inneren Haarbalgwand beschreibt, sind als Belag dieser Wand zu betrachten und stehen vielleicht zu der Glashaut desselben in genetischer Beziehung. Die Verfilzung der Fibrillen in der Haarbalgwand ist noch dichter als in der

Pars papillaris, der Querschnitt der Wand des Haarbalges dünner als jener der Pars papillaris.

Aus dem Gesagten ist einleuchtend, dass der Haarbalg, als unmittelbare Fortsetzung des eingestülpten Papillartheiles der Cutis und frei in das tiefe Hautgeflechte herabhängend mit keinem irgend wie gearteten „Haarkelche“ (Wertheim) in Verbindung stehe. Die Deutung dieser vermeintlichen Haarkelche werden wir später geben.

Wenn wir nun auf Grund der besprochenen histologischen Thatsachen das *collagene Gerüste* der Haut *schematisiren* wollen, so haben wir folgende Momente zu würdigen: 1. den tiefen Ursprung der collagenen Bündel (in den Fascien, Lig. cutis). 2. die Kreuzung derselben während ihres Aufsteigens zur Oberfläche, 3. das Verknüpfen der Bündel in der Pars papillaris cutis und 4. da, wo Haare vorkommen, das Einstülpen der Haarbälge.

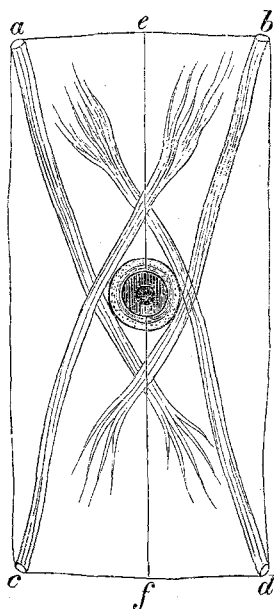
Die Faserzüge der Haut bilden nach Langer's Untersuchungen Schleifen, welche über den Rumpf in Form von Gürteln bald mehr quer, bald schief aufsteigend gespannt sind, die Extremitäten aber in kürzeren oder längeren Formen umspinnen. Untersucht man nun einzelne Stücke solcher *scharf spaltbaren* Hautschleifen im gegerbten Zustande, so findet man, dass die Gruppierung des collagenen Gerüsts sowohl im Innern des einen, als auch beim Vergleiche mehrer Stücke unter einander im Allgemeinen eine ähnliche ist; der örtliche Unterschied bezieht sich nur auf die Zahl, die Länge und den Ursprungsort der Bündel, aus welchen sich die Schleifen zusammensetzen, oder er ist bedingt durch den Winkel, den die zur Hautoberfläche emporsteigenden Bündel mit letzteren bilden. Für alle Fälle ist aber eine jede Schleife für sich als ein in ihrer ganzen Ausdehnung gleichartig gebautes Ganzes zu betrachten, kann daher in eine beliebige Anzahl von Stücken zerlegt gedacht werden, welche im Kleinen die Verhältnisse der grossen Schleife wiedergeben.

An der grossen Schleife bemerken wir, scharf spaltbare Hautstücke vorausgesetzt, zunächst eine Hauptbefestigung an je zwei entgegengesetzten Stellen, d. i. an Knochenfortsätzen, Lig. intermuscularia etc., zwischen denen die Hautschleife als

Ganzes *der Länge nach* ausgespannt ist, Befestigungen, die gewöhnlich zugleich als Grenzmarken der örtlichen Spaltbarkeitsrichtung dienen. Diese Befestigung der Totalschleife brauchen wir nur auf ein beliebiges Theilstück derselben zu übertragen, um die *schematischen* Ursprünge und die Richtung seines collagenen Hautgerüsts zu entwickeln.

Haben wir uns aus irgend einer Hautschleife z. B. ein längliches Rechteck (Fig. 1) herausgeschnitten, dessen zwei ent-

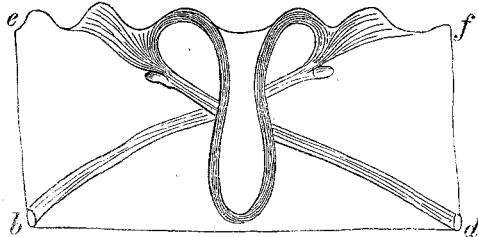
Fig. 1.



gegengesetzte längere Seiten der örtlichen Spaltbarkeit parallel laufen, so sind die Seiten aeb und cfd senkrecht auf die Faserichtung und den Befestigungslinien der Totalschleife parallel geschnitten. Wir können uns demnach vorstellen, die Fasern des Rechteckes seien längs aeb und cfd befestigt, und steigen von da diagonal gegen die Hautoberfläche empor, wodurch Kreuzungen sowohl der gleichseitigen als der entgegengesetzten Fasern zu Stande kommen. Aus der Summe dieser Kreuzungen entsteht der Rhombus, in welchen sich der Haarbalg als Einstülpung des

Papillarfilzes einsenkt. Fig. 2., welche einen senkrechten Durchschnitt durch das Rechteck in der Ebene ef vorstellt, erläutert dieses Schema im Dickendurchmesser.

Fig. 2.



An *leicht verschiebbaren* Hautstellen müssen im Schema die Punkte a c und b d (Fig. 1) weiter auseinander gerückt gedacht werden, weil hier die Bindegewebsbündel lang sind und nur sehr allmähig zur Hautoberfläche emporsteigen; an *wenig verschiebbaren* Hautstellen tritt das Gegentheil ein, denn die Bündel des collagenen Hautgerüsts sind kurz und steigen steiler empor.

Dort wo die Haut *keine scharfe Spaltbarkeit* besitzt, wo also die Einstichsöffnungen mit spulrunder Ahle nicht in *einer* Richtung sich reihen und nicht spaltförmig erscheinen, sondern ihre Richtung wechselt, oder ihre Form dreieckig oder unregelmässig eingerissen erscheint, wo ferner die Maschen der Pars reticularis cutis Polygone und keine Rhomben bilden, hat man sich vorzustellen, dass zu den Bindegewebsbündelpaaren, welche von a b und c d (Fig. 1) einander entgegenlaufen, andere Paare sich hinzugesellen, die von der Linie a c und b d ihren Ursprung nehmen. In der Fig. 2 unseres Schema's würde sich, um die nicht scharfe Spaltbarkeit auszudrücken, zu den in der Papierebene gezeichneten Balkenkreuzungen noch eine beliebige Anzahl anderer hinzugesellen, welche in allen möglichen Ebenen unsere Papierebene schnitten.

§. 3. *Elastisches Hautgerüste.*

Das Hautgerüste besteht nicht allein aus collagener Substanz, einen wesentlichen Bestandtheil desselben macht das elastische Gewebe aus.

Von ausschliesslich mechanischem Standpunkte ausgehend galt es vor Allem, das Gesetz der räumlichen Vertheilung des elastischen Gewebes in einem gegebenen Hautstücke zu bestimmen.

Um diesen Zweck zu erreichen, verfuhr ich folgendermassen: Ich fertigte mir aus verschiedenen Hautgegenden dickere Abschnitte an, u. zw. sowohl Flachschnitte von der Pars papillaris und reticularis, als auch senkrechte Durchschnitte durch beide. Die senkrechten Durchschnitte wurden je in zwei zu einander senkrechten Ebenen ausgeführt: die einen liefen der localen Spaltbarkeit parallel, die anderen senkrecht auf die Spaltbarkeitsrichtung. Dadurch gewann ich Bilder von Ebenen, die, von der Spaltbarkeitsrichtung ausgehend, den drei Richtungen im Raume entsprachen. Aus diesen Abschnitten extrahirte ich die collagene Substanz und musterte das übriggebliebene elastische Gerüste sammt secretorischem Hautinhalte durch.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen waren folgende: Die elastische Substanz ist durch das collagene Hautgerüste in Form eines überall zusammenhängenden Geflechtes ausgespannt, dessen *Vertheilung in keiner Richtung des Raumes irgend einen wesentlichen Unterschied zeigt*. Es besteht also weder ein sogenannter Längs- noch ein Querschnitt in der Anordnung der elastischen Substanz in der Cutis.

Zwischen der Vertheilung des collagenen und elastischen Gerüstes besteht manchmal die Aehnlichkeit, dass auch die Stäbe des elastischen Gitterwerkes in der Pars reticularis einen grösseren Querschnitt zeigen und grössere Maschen einschliessen als in der Warzenschichte, dass also ebenfalls eine Verjüngung des Querschnittes und allmählig dichtere Verflechtung von unten nach aufwärts beobachtet wird. Indessen ist diese Erscheinung so unstätig, dass man sie keineswegs zum allgemein giltigen Gesetze erheben kann.

Wollen wir nun die mechanische Verwendung des elastischen Hautgerüstes schematisiren, dann müssen wir uns innerhalb des obigen Schema's des collagenen Gerüstes ein Netzwerk, gleichmässig genetzt aus elastischen Fäden, ausgespannt denken, welches die collagenen Bündel allseitig umstrickt. Eine solche Anordnung wird zur Folge haben, dass ein auf irgend einen Punct dieses elastischen Netzes ausgeübter Zug seine Kraft und Richtung

wegen des allseitig und gleichmässig zusammenhängenden Geflechtes in eine grosse Anzahl von Partialkräften und Richtungen zerspalten, seine Wirkung mithin mehr auf die *nächste Umgebung* dafür aber *gleichmässig* vertheilt ausüben wird.

§. 4. Kittsubstanz.

Die Kittsubstanz*), deren Wesen mikroskopisch aus einer homogenen, glasartig durchscheinenden Substanz besteht, fixirt das collagene und elastische Gerüste und den übrigen Hautinhalt an einander. Wird die Kittsubstanz durch Alkalien, Kalk- oder Barytwasser vollkommen aufgelöst, so fallen die Bindegewebsbündel und das elastische Gerüste auseinander.

Man darf sich übrigens nicht der Vorstellung hingeben, als fülle die Kittsubstanz *immer* und *überall* die Zwischenräume des Hautgerüsts nach Art einer dahin ergossenen und erstarrten Masse aus. Dem widersprechen Untersuchungen frischer Hautstücke, besonders von älteren Subjecten. Hier überzeugt man sich deutlich vom Vorhandensein feiner Spalten innerhalb der Kittsubstanz zwischen dem Bindegewebsgerüste. Die Diagnose auf Spalten ist desshalb gerechtfertigt, weil man in ihnen einen punktförmigen oder körnigen Inhalt gewahrt, der sich räumlich zwischen dem Hautgerüste ausbreitet.

Fragt man nach der mechanischen Verwendung der Kittsubstanz in der Haut, so ist die richtige Antwort schwer zu geben, aus dem Grunde, weil es uns noch nicht gelungen ist, aus *unmittelbaren* Versuchen mit dieser Substanz ihre physikalischen Eigenschaften abzuleiten.

Wir werden uns aber unserem Ziele nähern, wenn wir aus der Differenz des Verhaltens, das einmal ein *frisches* Hautstück, dann ein Stück *Leder*, schliesslich das *elastische* Gerüste eines Hautstückes allein einem bestimmten Zuge entgegengesetzt, die entsprechenden Schlüsse ziehen. Im ersten Falle betheiligen sich bei der hervorgebrachten Dehnung und nachträglichen Retraction alle drei Hautgerüste gemeinschaftlich, — im zweiten das collagene und elastische einer Kittsubstanz, im dritten das elastische allein.

*) Rollett: Wiener acad. Sitzungsberichte. 30. Band, pg. 37.

Wirkt ein Zug auf ein *Hautstück*, so ist, wie bereits Langer nachgewiesen, seine Wirkung verschieden, jenachdem die Richtung des Zuges mit der localen, scharfen Spaltbarkeit (Fig. I e f) zusammenfällt oder mit ihr einen Winkel bildet. Im ersteren Falle ist die Dehnung *nicht* bedeutend, im zweiten Falle ist die Dehnung *bedeutend*, die Restitution zur früheren Form und Länge geschieht in beiden Fällen. Die Ursache der ungleichen Dehnungen erläutert unschwer ein Blick auf die schematische Figur I., im ersten Falle findet nur eine Streckung der Bündel a b c d statt, im zweiten gesellt sich zu der Streckung noch eine Umlagerung der Bündel, die Enden bd und ac werden sich nähern.

Wirkt derselbe Zug auf ein Hautstück im *gegerbten* Zustande, so sind die Erscheinungen in Betreff der Dehnungen in beiden Fällen wieder dieselben; der wesentliche Unterschied liegt aber darin, dass nach dem Aufhören des Zuges in dem Leder *kein* Bestreben vorhanden ist, in die früheren Lagerungsverhältnisse zurückzukehren, dass, wie Langer erwähnt, ein Zurückordnen des Fasergerüsts im Leder nur durch Querspannung ausführbar ist.

Da durch den dem eigentlichen Gerbprocesse vorausgeschickten Vorgang des Einkalkens der Cutis eine Substanz entzogen wird, wodurch die Bindegewebsfasern isolirt werden, so ist auch wohl der grösste Theil des Elasticitätsverlustes im Leder auf Kosten der verschwundenen Kittsubstanz zu setzen und die Annahme gerechtfertigt, dass es *zumal* die Kittsubstanz sei, welche im frischen Hautstücke das in Folge der Dehnung umgelagerte collagene Hautgerüste zurückordnet. *)

Wie wirkt nun das elastische Gerüste allein, welchen Einfluss hat es bei der Retraction eines gedehnten Hautstückes? Dass die Kräfte, welche das *elastische* Gewebe für sich *allein* auf ein Hautstück und seinen Inhalt auszuüben vermag, überhaupt gering anzuschlagen sind, davon überzeugen wir uns durch die Betrachtung eines herausgeschnittenen Hautstückes, aus welchem das collagene Gerüste und die Kittsubstanz entfernt worden sind.

*) Langer l. c. pg. 204.

Schneidet man aus einem scharf spaltbaren Hautstücke z. B. einen Kreis heraus, so nimmt sowohl der herausgeschnittene Kern als auch die Anschnittöffnung die Gestalt einer Ellipse an. Die Haut ist, wie bereits Langer hervorhebt, an scharf spaltbaren Stellen immer in einer gewissen Richtung vorwiegend gespannt, nach dem Herausschneiden des Kreises treten die gespannt gewesenen Bündel in's Gleichgewicht, wodurch die elliptische Form anstatt der kreisförmigen bedingt wird. Misst man nun die Axen des elliptischen Kernes, entfernt darauf mittelst der später zu erwähnenden Methode die collagene und Kittsubstanz und betrachtet das so präparirte Hautstück unter Wasser in einem Glastroge, so bemerkt man, dass sich die Dimensionen der Ellipse *ganz gleichmässig*, jedoch *unbedeutend* verkürzt haben. Die geometrische Aehnlichkeit beider Ellipsen, d. h. vor und nach der Entfernung der collagenen und Kittsubstanz erstreckt sich aber nicht nur auf die äussere Form, sondern auch auf den Inhalt der Ellipse, d. h. die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse des Gefässsystems; der Drüsen und Haare sind dieselben geblieben, wie sie es früher unter dem Einflusse der gesammten Hautgerüste waren. Die Richtung der Haarbälge ist auch dann noch unverändert, wenn die Epidermis abgelöst, die Ellipse also dem Einflusse dieser verhältnissmässig starren Decke entzogen wurde. Würden nun die elastischen Netze der Hautellipse ihrerseits einen namhaften allseitigen oder vorwiegend einseitigen Zug auf das Hautgerüste ausüben, so müsste sich dieser Einfluss nach der Entfernung des collagenen Gerüstes und der Kittsubstanz entweder in einem *starken* Einschrumpfen oder *einseitigen* Verschieben des übriggebliebenen Inhaltes des Hautkernes kund machen. Man sieht aber nichts dergleichen.

Wie gering der Widerstand ist, den die elastische Substanz der Haut ausübt, beweist auch der Umstand, dass man den Rest des elliptischen Hautstückes nach Entfernung der collagenen und Kittsubstanz nur unter Wasser untersuchen kann. Zieht man das Präparat aus dem Wasser hervor, so ist der daran hängende Wassertropfen hinreichend, ihm seine eigene zufällige Form aufzuzwingen und es in ein Klümpchen umzugestalten, das sich unter Wasser gesetzt sofort wieder zur früheren Ellipse aufrollt.

Da nun ein frisches Hautstück stark dehnbar ist, zumal dort, wo die Ausdehnung auf Rechnung der Kittsubstanz geschieht, da ferner das Retractionsvermögen des Hautstückes selbst nach bedeutenden Dehnungen ungeschmälert sich erhält; so muss die Kittsubstanz, als der an diesen Vorgängen am meisten betheiligte Hautbestandtheil *elastisch* und zwar *vollkommen* elastisch sein, obzwar, wie die starken Dehnungen beweisen, der Elasticitätsgrad ein geringer zu nennen ist. Diese ihre physikalischen Eigenschaften weisen der Kittsubstanz *die folgende* Rolle bei der Hautmechanik zu: sie ist es vor Allem, wo die auf das Hautgerüste wirkenden mechanischen Kräfte, welche nicht in Umlagerung des collagenen und elastischen Gerüstes umgesetzt werden, als elastische Spannung aufgezehrt werden. Und da sich die Haut fast beständig mehr oder minder unter dem Einflusse entgegen wirkender Zug- und Druckkräfte befindet, *so wird der moleculäre Bau der Kittsubstanz meist etwas über den normalen Gleichgewichtszustand gedehnt sein.*

Betrachten wir nun die innerhalb der Kittsubstanz befindlichen Spalten, da eine Ansammlung ihres Inhaltes auf die Mechanik des Hautgerüstes von Einfluss sein muss. Ihr *Vorhandensein* wird wohl kaum mehr von Jemand bestritten, trotzdem dass die Bedingungen ihres Entstehens noch vollständig in Dunkel gehüllt sind. Strittig sind jedoch die Fragen: 1. ob speciell jenes dicht- und weitverzweigte Spaltsystem, das sich durch künstliche Injection oder natürliche Füllung („Oedem“) nachweisen lässt, *ein bereits vorgebildetes* sei, das durch den vermehrten Inhalt in beiden Fällen bloß allseitig ausgedehnt worden; oder ob es zum grössten Theil künstlich, durch Einreissen entstanden? — 2. ob die *Spalten mit Lymphgefässen im Zusammenhange stehen* und dahin ihren Inhalt ergiessen können?

Wer sich viel mit künstlichen Injectionen der Blutgefässe in der Menschenhaut befasst hat, wird die Ueberzeugung gewonnen haben, dass nach Berstung der Blutgefässcapillaren an irgend einer Stelle die Injectionsmasse, wenn sie nur leicht flüssig war, ziemlich weit, selbst bei Anwendung eines minimalen Injectionsdruckes, in das Cutisgewebe vordringt. Der Raum, den diese Ergüsse einnehmen, ist der Verbreitungsbezirk der Kittsubstanz.

Wir sehen nämlich überall die Injectionsmasse sowohl zwischen die gröberen Bindegewebsbündel, als auch theilweise in sie selbst eintreten und die gröberen Bündel dadurch in feinere getheilt werden. Das elastische Gewebe wird aus einander gestreckt; und da die Kittsubstanz auch alle sonstigen Einlagerungen der Haut umgiebt, so finden sich Ansammlungen der Injectionsmasse in der Nähe der Schweissdrüsenknäuel, des Haarbalggrundes, der Hautmuskeln etc. Um alle diese Organe bildet die Injectionsmasse dünne, scheidenartige Ueberzüge oder Kapseln. Was ist nun präformirte Spalte, was Kunstproduct? Die mikroskopische Untersuchung gibt uns keinen endgiltigen Aufschluss, denn die Suche nach Endothel in den ödematösen Lacunen der Menschenhaut ergab nur ein negatives Resultat, d. h. ich fand wohl einzelne platte Zellen, die den Bindegewebsbündeln wandständig auflagern, aber keine *vollständig geschlossene aus Endothel aufgebaute Wand*; — anderseits scheint auch die Kittsubstanz die Bedingungen für eine leichte Trennung des Zusammenhanges in sich zu bergen. Wir brauchten nur den oben erwähnten *gedehnten* Zustand der Kittsubstanz zu berücksichtigen und anzunehmen, sie verhalte sich wie eine gespannte, dünne Kautschukplatte und reisse, wenn ihre Continuität an irgend einer Stelle verletzt worden, leicht weiter ein, um die Ansicht, die Injectionsbilder wären vorwaltend Kunstproducte, zu stützen. Beim Hautödem, wo ich in den Spalten zuweilen weisse und auch zahlreiche rothe Blutkörperchen antraf (gesehen bei Untersuchung der künstlich gefüllten Blutgefässe in der Haut von an Pocken Verstorbenen), könnte zur Erklärung des zahlreichen Vorhandenseins der Lacunen auch noch irgend eine Ernährungsstörung und in Folge dessen Auflösung der Kittsubstanz beschuldigt werden.

Wie dem nun sein möge — auf Grund meiner Untersuchungen bin ich zu dem Resultate gelangt, dass es *immer zahlreiche, präformirte Spalten innerhalb der Kittsubstanz* der Menschenhaut gebe, die nur deshalb leicht übersehen werden, weil ihre Füllung während der normalen Blutströmung in der Haut eine minimale ist. Sind die Spalten durch künstliche oder natürliche Füllung zu einem umfangreicheren Lückensysteme angeschwollen, so fehlt uns natürlich der Maasstab, die ehemalige natürliche

Grenze von der möglicherweise durch Einriss u. s. w. gegebenen weiteren abzustecken.

Ist man einmal von dem Vorhandensein präformirter, wenn auch nur minimal gefüllter Spalten innerhalb der Kittsubstanz der Haut überzeugt, so drängt sich uns die unabweisliche Frage auf: in welcher Beziehung steht die *Kittsubstanz zum Lymphgefässsystem der Haut*? Auch diese Frage ist bis jetzt nicht endgiltig entschieden. Dass aber solche Beziehungen Statt haben, ist eine ausser allem Zweifel stehende Thatsache, welche durch blosser Negation nicht getilgt wird. Diese Thatsache gründet sich darauf, dass der Unterbindung von Lymphgefässen der Haut ein Oedem auf dem Fusse folgt, welches nach Eröffnung dieser Gefässe sogleich mittelst leichten örtlichen Druckes durch die Lymphgefässe entleert werden kann.

Da nun das Oedem in der Ansammlung einer Flüssigkeit zwischen den Bündeln des collagenen Hautgerüsts, aber an den Stellen, die die Kittsubstanz einnimmt, besteht, und sich nach Hinwegräumung etwaiger Hindernisse aus dem Lymphstrom rasch in die Lymphgefässe entleert; so müssen zwischen dem Binnenraum der Lymphgefässe und den Spalten in der Kittsubstanz entweder *präformirte* Bahnen vorhanden sein, die von der sich stauenden Lymphe nur ausgedehnt werden, — oder die Kittsubstanz ist eine abgeschlossene feste Masse ohne Zusammenhang mit den Lymphgefässen, aber so vergänglich, dass eine längere Stockung der Lymphbewegung eine Communication zwischen den Lymphgefässen und ihrem Lückensysteme hervorbringt.

Weiter auf diesen Gegenstand einzugehen, ist hier nicht der Ort, da wir nur die Absicht haben, die *mechanische* Rolle der Kittsubstanz so viel als thunlich, festzustellen. Was nun die letztere anbelangt, so haben wir bereits früher erwähnt: die Kittsubstanz ist ein elastisches u. zw. vollkommen elastisches Hautgerüste, dem die Haut in erster Linie ihre Dehnbarkeit und ihr Retractionsvermögen verdankt. Die Spalten innerhalb der Kittsubstanz werden die Dehnbarkeit und das Zurückordnen fördern, indem 1. der Querschnitt der elastischen Masse verkleinert, 2. die Bindegewebsbündel, Muskeln etc. dadurch beweglicher gemacht werden, dass sie innerhalb des Spaltensystemes wie die Sehnen in ihren Sehnencheiden mit grösserer Leichtigkeit

an einander gleiten können. Die Rolle der Kittsubstanz wird aber nicht zu jeder Zeit eine gleiche sein. Ihre *vollkommene Elasticität* wird als solche nur in so lange *intact wirken, als der Blut- und Lymphstrom ungehindert durch die Haut fliesst*. Treten länger andauernde Störungen innerhalb dieser Strombette auf, so wird der mechanische Werth der Elasticität *geändert* u. zw. erniedrigt werden.

Wollen wir nun die Kittsubstanz *schematisiren*, um sie mechanisch zu verwerthen, so sind wir genöthigt, sie uns als ein *drittes* elastisches Hautgerüste vorzustellen, dessen Verästelung am dichtesten von allen ist und das in den Zwischenräumen zwischen dem collagenen und elastischen Hautgerüste verflochten, diese beiden Gerüste in einer gewissen typischen Anordnung fixirt.

§. 5. *Hautmuskeln*. In das Hautgerüste greifen, mit Ausnahme der Hohlhand und der Fusssohle, zur Krafteinheit verbundene Muskelbündel ein, die bei ihrer Zusammenziehung das Gerüste und seinen Inhalt je nach ihrer Zugrichtung und Befestigung mannigfach verschieben.

Die Muskeln des menschlichen Corium beschreibt man mit Rücksicht auf die Neigung der Ebenen des Bewegten und des Bewegenden in doppelter Anordnung. Entweder lässt man die Muskelbänder *flächenhaft* ausgebreitet lagern, als eine besondere, aus netzförmig anastomosirenden und verflochtenen Bündeln bestehende Schichte (Tunica dartos, Muskelhaut des Penis, Warzenhof); — oder man beschreibt sie als einzelne Muskelstränge ausgespannt zwischen irgend einem Punkte der Pars papillaris einerseits und dem Haarbalge, Hautgefässen oder einem anderen Punkte der Pars reticularis cutis andererseits.

Aber auch diese Anordnung der Hautmuskeln stösst bei den Forschern auf mancherlei Widerspruch. Ordonnez*) z. B. gab sich nach seiner Aeusserung vergebliche Mühe, die gewöhnlich als *Arrectores pilorum* beschriebenen glatten Muskelfasern aufzufinden. Alles, was man gewöhnlich in dieser Beziehung als Muskel bezeichnet, wird von ihm als Bindegewebsstrang ange-

*) Gazette med. de Paris 48. 1863.

sprochen. Er selbst beschreibt dafür einen besonderen Muskelapparat für den Haarbalg, den wieder bis jetzt Niemand nach ihm gesehen hat, weil er nur in seiner Phantasie besteht.

Auch *neuere* Arbeiten über diesen Gegenstand haben nichts Wesentliches hinzugefügt, sie begnügen sich mit den gewöhnlichen bekannten histologischen Beschreibungen, ohne in die mechanischen Verhältnisse des Bewegten und Bewegenden näher einzudringen.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass die Mängel unserer heutigen Kenntnisse über die Hautmuskeln theils in dem ungenügenden Nachweise ihrer anatomischen Existenz überhaupt, theils in der Nichtberücksichtigung ihres mechanischen Verhältnisses zum Hautgerüste im Besonderen zu suchen sind.

1. *Anatomischer Nachweis.* Um mich vor Irrungen im Erkennen der Muskeln zu schützen, benutzte ich bei der Untersuchung ein Verfahren, das auf Entfernung des collagenen Gerüsts der Haut abzielt: Kochen der Hautstücke in einem Gemische von Alkohol und 0,8–1% Salzsäure, und nachheriges Auswässern der Präparate. An solchen Präparaten kann von einem Verkennen der glatten Muskelfasern keine Rede sein, die Methode erlaubt die Zerlegung des Muskelbündels in seine histologischen Elemente.

Diese Untersuchung lehrte mich eine *dreifache* anatomische Anordnung der Hautmuskeln kennen:

a) Die Zugrichtung des Muskels ist parallel der Hautoberfläche, seine Lage und Befestigung in der Pars reticularis cutis; hierher gehören die *Fleischhäute*: die Tunica dartos und die Fleischhaut des Penis.

b) Die Zugrichtung geht diagonal durch den Dickendurchmesser der Haut in allen möglichen Richtungen, die Lage und Befestigung des Muskels ist in der Pars papillaris und den oberen zwei Dritttheilen der Pars reticularis. Hierher gehören die Hautmuskeln des Gesichtes, besonders in der Backen- und Wangengegend. Wir wollen sie die *Muskelnetze* der Haut nennen (Siehe Fig. III und IV.)

c) Die Zugrichtung ist diagonal durch die Dicke der Haut in einer zur Haarbalgneigung bestimmten Richtung; die Lage und Befestigung so, dass beide Muskelenden innerhalb der

Pars papillaris befestigt sind, u. zw. strahlt das eine Ende pinsel- und fächerförmig in die Hautpapillen aus, das andere greift mit einem umschriebenen Ansatz am Haar- oder Drüsenbälge, einer Einstülpung des Papillatheiles, an. Der Muskel bildet auf diese Weise mit der zugehörigen Einstülpung eine, in den Netztheil der Cutis herabhängende, mechanische Vorrichtung, welche entweder in toto als eine *Schlingenvorrichtung* dient, oder wovon die Einstülpung mit ihrem Inhalte anscheinend als Krafthebel Dienste leistet. Man kann also die hierhergehörigen Muskeln auch die *Hebelmuskeln* der Cutis nennen.

Manchesmal werden auch Combinationen der Muskelnetze mit den Hebelmuskeln wahrgenommen.

2. Um die *Mechanik* der *Hautmuskeln* in ihren Einzelheiten zu verstehen, genügt nicht die blosse Angabe ihrer Befestigung innerhalb der zwei histologischen Schichten der Cutis und die Schilderung ihrer Lage rücksichtlich des Hauthorizontes. Wir müssen feststellen: a) woran und wodurch die Hautmuskeln befestigt sind, b) wie sich ihre Lage zu allen Dimensionen im Hautraume verhält. Beide Bedingungen sind heute nur annähernd erfüllbar.

Woran und wodurch sind die Hautmuskeln befestigt?

In der Haut ist das collagene Gerüste räumlich vorwiegend, es ist das *formgebende* Materiale, in dessen Interstitien das elastische Gewebe, die Kittsubstanz und die Hautmuskeln als *zusammenfügendes* Materiale eingebettet sind. Die gleiche Lage der letzteren Gewebe in den Zwischenräumen des collagenen Gerüstes bedingt nothwendiger Weise wechselseitige Beziehungen zu einander, die im Folgenden näher erörtert werden sollen.

Schon Treitz*) fand an vielen Muskelbündeln der Dartos elastische Sehnen, durch welche sie sich an die Vorderfläche der Schambeine, das Ligam. suspensorium des Penis, die Fascia superficialis und lata anheften. Nach meinem Dafürhalten kann man überall in der Menschenhaut das die Hautmuskeln umspinnende elastische Gewebe als Sehnen desselben ansprechen. Diese Beziehungen sind aber nicht so aufzufassen, als beherrsche jede Muskelzelle an ihren Enden zwei elastische Fasern oder jede

*) Prager Vierteljahrschrift 1853.

elastische Faser sei eine unmittelbare Fortsetzung irgend einer Muskelfaser, sondern indem die Muskelbündel der Haut von elastischen Netzen eingehüllt werden, die sich wieder mit der elastischen Substanz der Umgebung im allseitigen Zusammenhange befinden, hat das elastische Geflechte als Ganzes die physiologische Bedeutung eines Sehnenapparates, dessen sich das zur Kraffteinheit verbundene Muskelbündel *wenigstens in seiner nächsten Umgebung* bedient.

Zu einem physiologisch zusammengehörigen Apparate werden Muskeln und elastisches Gewebe erst durch die Kittsubstanz auf eine bisher noch unverständliche Weise vereinigt. Letztere bildet überdies in der nächsten Umgebung des Muskelkörpers Spalten, denen eine ähnliche Bedeutung, wie den Sehnnenscheiden zugeschrieben werden kann, da sie das Hin- und Hergleiten der Muskeleoberfläche an dem umgebenden Hautgerüste unterstützen. Künstliche Injection und Oedem dehnen diese Spalten jedesmal stark aus, so dass der Muskel von seiner Umgebung abgedrängt, mit einem grösseren oder kleineren Theil seiner Oberfläche in diesen Flüssigkeiten eingetaucht erscheint.

Ueber die Einhülzung der Hautmuskeln durch elastische Netze geben nicht allein solche Präparate Aufschluss, wo das collagene Gewebe und die Kittsubstanz vollständig entfernt, nur das Muskelgewebe innerhalb des elastischen Netzwerkes allein zurückgeblieben-ist (S. Fig. III.), man gewinnt auch überzeugende Bilder durch Behandlung frischer Menschenhaut mit Goldchlorid. Es fällt nicht schwer, in einer Serie von Präparaten, die verschieden lang der Einwirkung des Goldchlorides ausgesetzt waren, solche zu finden, wo die Muskeln dunkelroth gefärbt, die collagene Substanz nur unmerklich, die elastischen Fasern ganz ungefärbt erscheinen. Hier sieht man, z. B. an den Haarbalgmuskeln, dass der Muskel vom Haarbalge nach aufwärts immer merklicher von theils quer- theils schief gerichteten Fasern umwickelt wird, welche jedoch allseitig mit dem übrigen elastischen Gerüste im Zusammenhange stehen. Gegen die Hautpapillen zu mit der allmäligen Verschmälerung des Muskelkörpers ordnen sich die elastischen Fasern mehr parallel zur Längsaxe des Muskelbündels, rücken gegen das Ende zusammen und bilden, je nach der Gestaltung desselben, indem sie es überragen, mehre

Sehnen, die spindelförmig gegen die Hautpapillen und seitwärts in das elastische Netz auseinanderfahren.

Wir sehen also *sowohl von der Oberfläche des Muskelkörpers als auch von seinen spitzen Enden aus das elastische Gewebe Sehnen bilden.*

Am stumpfen Ansatz des Arrector pili am Haarbalge ist das elastische Gewebe zwar viel spärlicher, aber es fehlt nicht; es springt auch desshalb nicht so leicht in die Augen, weil das abgestutzte Muskelende das Zusammenschieben des elastischen Netzes zu dem Aussehen einer Sehne nicht begünstigt.

So wichtig es nun wäre, directe Aufschlüsse über das Verhalten der Kittsubstanz zum Muskel sowohl während seiner Ruhe, als auch während seiner Zusammenziehung zu geben, ist es mir trotzdem nicht geglückt, irgend welche positive Resultate darüber zu erhalten. Ich begnüge mich daher nur mit dem Nachweise dieser Substanz, als Bindemittels zwischen Muskel und den elastischen Netzen und mit der Bemerkung: dass wohl die Kittsubstanz allein das mehr dehbare und elastische, — das so genannte elastische Gerüste das relativ festere Substrat des Sehnenapparates darstelle. Zur Annahme des Vorhandenseins der Kittsubstanz zwingt uns die Möglichkeit ihrer Entfernung und die damit verbundene Veränderung in der wechselseitigen Lagerung zwischen Muskel und elastischem Gewebe. Helte man z. B. einen mikroskopischen Hautabschnitt bloß mit Essigsäure auf, so zeigt sich das elastische Netz über die Muskeleoberfläche gleichmässig vertheilt. Entfernt man durch Kochen der Abschnitte in einer Mischung von Alkohol und 1% HCl und darauffolgendes Auswässern die Binde- und Kittsubstanz, so bemerkt man, dass sich die elastischen Netze, welche den Muskel umgaben, an manchen Stellen von ihm ganz abgelöst, an andern dafür in grösseren Knäueln über und um ihn geballt haben, die Ansätze des Arrector am Haarbalge sind gelöst, kurz, es entstehen Bilder, die als unmittelbare Folge des gelösten Zusammenhanges zwischen Muskel und elastischem Hautgerüste gedeutet werden müssen.

Legt man das über die Befestigung der Hautmuskeln Gesagte zu Grunde, so lassen sich über die Art und Weise, wie

der contrahirte Muskel seine Wirkung an das Hautgerüste überträgt, zweierlei Schlüsse ziehen:

1. Der Muskel wirkt mittelst seiner elastischen Schienen. Innerhalb der vereinigten Masse der Kittsubstanz und des elastischen Gerüsts befestigt, wird der contrahirte Muskel durch Ziehen an diesen Gerüsten die Bindegewebsbündel in seiner *nächsten Umgebung allseitig fester zusammenschnüren*; denn er wirkt, Dank dem Sehnenapparate, bei seiner Verkürzung nicht bloss durch die gegenseitige Annäherung seiner Enden, sondern, indem von seiner ganzen Körperoberfläche elastische Sehnen abtreten, in vielen Richtungen zugleich, nämlich auf alle jene Punkte, wo sich die elastischen Fasern um die übrigen Bestandtheile der Haut wickeln.

2. Durch die Form- und Lageveränderung des contrahirten Muskelbündels wird das collagene Gerüste *verschoben*. Dabei bilden die Muskelbündel sowohl der Fleischhäute als auch der Muskelnetze und Hebelmuskeln für sämtliche, innerhalb ihres Spanarraumes befindlichen Bindegewebsbündel *Schlingen*, wodurch es möglich wird, *alle* über das Muskelbündel wie über eine *Rolle* geschlungenen Bindegewebsstränge *mit gleicher Kraft* und in den *verschiedensten Richtungen* hin gleichzeitig anzuspannen. Die Hebelmuskeln sind nur eine *vervollkommnete Schlingenvorrichtung*, indem der sogenannte Hebel und sein Muskel zusammen, zwischen zwei Punkten des Papillartheiles gespannt und tief in die Netzschiene gesenkt, eine grössere Anzahl von Bindegewebsbündeln und zwar präciser umfassen, als es die unvollkommenen Schlingen der übrigen Hautmuskeln vermögen.

Räumt man dem elastischen Hautgerüste die Bedeutung einer sehnigen Vorrichtung für die Hautmuskeln ein, mit der sie in ihrer *Nähe wirken*, so sind sämtliche collagenen Bündel, welche von der Muskelschlinge umgriffen werden, *als ein Sehnenbündel zu betrachten*, dessen sich der Muskel in *die Ferne* bedient, das heisst, um an ihren verschiedenen Ursprungs- und Verknüpfungsstellen anzugreifen.

Lage der Hautmuskeln im Hautraume.

Um diese zu bestimmen, haben wir zunächst nöthig, das von dem Muskel bewegte System der Hautgerüste in eine *fixe* Lage zu bringen. Zu diesem Zwecke benützte ich die *örtliche*

Spaltbarkeit der Haut und bezog auf sie die Lage der Hautmuskeln. Der Spaltbarkeit der Haut kommt nicht nur die Bedeutung einer gegebenen Richtung im Hauraume zu, von der man ausgeht, um die übrigen Dimensionen zu bestimmen; sondern die Spaltbarkeit ist, wie wir aus den früheren Betrachtungen wissen, selbst ein mechanischer Begriff, der Ausdruck einer bestimmten Anordnung der zu bewegendenden Masse im Raume.

In einem strengen wissenschaftlichen Sinne ist die Untersuchung des Gegenstandes wegen obwaltender, äusserst complicirter Bedingungen vorläufig nicht ausführbar.

Die Lage der Hautmuskeln mit Rücksicht auf die örtliche Spaltbarkeit ist folgende:

1. In der Haut des Hodensackes und des Penis ist die Zugrichtung der Hautmuskeln *senkrecht* auf die Spaltbarkeit der Haut gestellt.

Die Bindegewebsbündel der Hodensackhaut haben ihren Ursprung theils längs der aufsteigenden Sitz- und absteigenden Schambeine, theils entwickeln sie sich aus der Hodensackscheidewand, um sich längs der Raphe nach beiden Hodensackhälften umzuschlagen. Beide Faserarten laufen schief einander entgegen, um sich zu durchkreuzen, erstere nach abwärts, letztere nach aufwärts. Während die Spaltbarkeit der Hodensackhaut also von der Raphe ausgeht und strahlenförmig über die grösste Ausbuchtung des Hodensackes nach seiner Wurzel emporsteigt, halten die Muskeln der Dartos die Richtung der Raphe ein.

Die Dartos stellt nicht eine gleichmässige Fleischhaut dar, mit innerer und äusserer Oberfläche, sondern sie ist ein Gebilde, welches aus einer grossen Zahl von *concentrisch über einander* gelagerten, theilweise auch mit einander anastomosirenden Muskelbändern besteht, welche die Netzschichte der Haut und das subcutane Bindegewebe einnehmen. Stellt man sich den ganzen Hodensack als eine Halbkugel vor, deren äquatoriale Schnittfläche der Hodensackwurzel (Ebene des Arcus pubis) entspricht, so bildet die Dartos eine Anzahl von concentrischen, natürlich durchbrochenen Schalen, die aus Muskelbändern zusammengesetzt sind, deren Fibrillen der Raphe parallel laufen. Die die Schalen zusammensetzenden Muskelbündel haben nicht überall gleiche Länge. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass die tiefsten

Bänder, welche die innersten Schalen bilden helfen, die längsten, die äussersten, an die Pars papillaris stossenden Muskeln die kürzesten sind. Erstere stellen also grössere, letztere immer kleiner werdende Bogensegmente dar. Selbstverständlich werden also die Muskelschalen der Dartos, je näher gegen die Hautoberfläche, desto weniger contractile Substanz in sich fassen, und es werden die Zwischenräume zwischen den Muskelbändern immer grösser werden.

Aehnlich ist das Verhältniss des Muskels der Haut zu ihrer Spaltbarkeitsrichtung am Penis. Hier ist die Spaltbarkeit der Haut der Längsaxe desselben parallel gerichtet, der Fasernverlauf der Fleischart vorwaltend circular.

2. Die unregelmässigen Muskelnetze in der Haut der Wangen- und Backengegend entsprechen einer *ungleichmässigen* Spaltbarkeit der Haut.

Langer drückt sich über die Spaltbarkeit dieser Oertlichkeiten folgendermassen aus*): „In der Jochbeingegend, wo die queren Reihen der Orbitalgürtel auf die aufsteigenden Reihen der Backengegend angrenzen, erzeugt man theils Quer- und Längspalten, theils zerrissene Stichwunden.“ Betrachtet man nun Fig. III. und IV, wo uns die Muskelanordnung daselbst in einem Flach- und senkrechten Schnitte vorgeführt wird, so findet man ebenfalls unregelmässige Verhältnisse. Die Muskelbündel kreuzen sich und anastomosiren in den verschiedensten Ebenen und Tiefen.

3. Bei den *Hebelmuskeln* fällt die *Zugrichtung* entweder mit der Spaltbarkeitsrichtung zusammen, oder bildet mit ihr nur einen spitzen Winkel.

Um sich davon zu überzeugen, bestimmt man vorläufig an frischer Haut deren Spaltbarkeit, um dann Stücke davon zu gerben. Mikroskopische Abschnitte solcher Lederstücke lassen den Muskel leicht aus dem übrigen Hautgewebe hervortreten und unterscheiden.

Um nun auf eine einfache, anschauliche Weise die mechanische Verwendung des Hautgerüsts und die Wirkung der Hautmuskeln auf dasselbe zu untersuchen, ist es vor Allem noth-

*) l. c. pag. 33.

wendig, sich ein mechanisch brauchbares Schema des Hautgerüstes zu construiren.

§. 6. *Hautschema*. Zur Anfertigung eines mechanisch brauchbaren Hautschema's ist von dem histologischen Materiale der Cutis nur die Schematisirung des *collagenen* Gerüstes, unumgänglich nothwendig.

Dieses findet seine Berechtigung, wenn man bedenkt, dass das Bindegewebsgerüste das eigentlich *gestaltende*, das elastische Gewebe und die Kittsubstanz nur das *gleichmässig zusammenfügende* Materiale der Haut ausmacht. Die Richtung und Lage des Hautinhaltes, die Spaltbarkeit innerhalb eines Hautstückes, Erscheinungen zu deren Ableitung uns das Hautmodell dienen soll, werden also allein von der Gruppierung der Bindegewebsbündel abhängen, während das elastische Gerüste und die Kittsubstanz die relative Entfernung der Bündel von einander beherrschen. Aus diesem Grunde wird es daher erlaubt sein, bei der Verfertigung eines Hautmodelles von der Anbringung eines besonderen Schemas für die elastische und Kittsubstanz abzu-
sehen.

Die Anforderungen, denen wir bei der Schematisirung des collagenen Hautgerüstes zu genügen haben, sind:

1. Benützung elastischen Baumaterialies, um dem Begriffe der Elasticität der Haut gerecht zu werden.
2. Verknüpfung des Materiales unter Beobachtung der thunlichsten Treue für histologische Textur bei möglichster Einfachheit der Construction.

Als *elastisches* Baumaterialie des Hautschema's wählte ich Anfangs zur Darstellung der Pars reticularis cutis Riemchen, welche ich durch Zerschneiden vulcanisirter Kautschukplatten gewann, später bediente ich mich, und zwar mit mehr Vortheil ihres runden Querschnittes halber, mit Seide überspinnener Gummischnüre von ziemlich dickem Querschnitte. Als Modell der Pars papillaris cutis diente ein in einem kleinen hölzernen Rahmen ausgespanntes, aus dickeren Baumwollfäden oder dünnen Gummischnüren gehäckeltes Gewebe, mit welchem dann die elastischen Schnüre der Pars reticularis verknüpft wurden. (Siehe Fig. V. Seite 27.)

Betrachten wir nun die Bedingungen der *Verknüpfung* des elastischen Materiales zum Schema. Denken wir uns ein längliches, aus irgend einem Hautgürtel herausgeschnittenes Rechteck, dessen lange Seiten der Spaltbarkeit parallel geschnitten sind. Lässt man darauf in der Spaltbarkeitsrichtung einen Zug wirken, indem man die beiden kurzen Seiten des Rechteckes fasst und gleichmässig spannt, so wird die örtliche Spaltbarkeit noch ausgeprägter und dabei die Hautoberfläche *gleichmässig gespannt*. Lässt man den Zug auf die langen Seiten wirken, so kann man durch Umlagerung der Bindegewebsbündel die Spaltbarkeit verändern, ja manchmal, an gewissen Hautstellen, in die entgegengesetzte Richtung, also senkrecht auf die langen Seiten des Rechteckes verschieben. Die Hautoberfläche ist auch in letzterem Falle, also in beiden Fällen, *gleichmässig* gespannt.

Wir bemerken also constant in einem solchen Hautstücke *zweierlei*: erstens eine ziemlich *weite Grenze, innerhalb welcher eine Umlagerung der Bindegewebsbündel der Netzschichte gestattet ist*; — und zweitens eine *gleichmässige Spannung der Papillarschichte*, welche nur unter der Voraussetzung denkbar ist, dass die Bindegewebsbündel der Reticularschichte, welche den Zug ausüben, an *allen* Punkten der Hautoberfläche gleichmässig angreifen, oder mit anderen Worten, dass sich in der Papillarschichte zwischen den in entgegengesetzter Richtung gezogenen Angriffspunkten verschwindend kleine Zwischenräume befinden, da im entgegengesetzten Falle die Hautoberfläche, weil ungleich gespannt, runzelig erscheinen müsste.

Fasst man also die eben erwähnten Ergebnisse der Spannung eines Hautstückes mit den früher angeführten histologischen Thatsachen nochmals zusammen, so ergeben sich folgende Anforderungen, denen bei der *Verknüpfung* des Materiales zum Hautmodelle entsprochen werden muss:

1. Die die Netzschichte der Haut schematisirenden Kautschukschnüre müssen sich mit der künstlichen Papillarschichte so verbinden, dass sie aus *allen* möglichen Richtungen an letztere herantreten können.

2. Während dieses Verlaufes müssen sie sich mit den von entgegengesetzter Richtung kommenden *kreuzen*.

3. Es muss die Möglichkeit geboten sein, am Modelle

auch den Einfluss der *Unsymmetrie* des collagenen Hautgerüsts zu zeigen, d. i. unter sonst gleichen Bedingungen: Wirkung *ungleicher* Querschnitte, verschiedener *Längen* und ungleicher *Spannungen* der Kautschukschnüre zu veranschaulichen, ferner den Einfluss des *Winkels* zu zeigen, den der diagonale Verlauf der Schnur mit der Hautoberfläche bildet. Man verknüpft zu diesem Zwecke die Papillarschichte a) einmal mit Schnüren von gleicher Länge, jedoch auf der einen Seite in grösserer Anzahl (ungleicher Querschnitt der Bindegewebsbündel); b) dann mit Schnüren von gleicher Angabe, die jedoch auf der einen Seite eine ungleiche Länge haben; c) man belastet ferner die eine Seite stärker und d) man variiert die Grösse der Winkel, unter welchen die entgegengesetzt verlaufenden Schnüre am Hauthorizonte ziehen.

4. Das Schema der Papillarschichte muss eine Einstülpung enthalten, um, je nach Bedarf, nach innen gekehrt, den Haarbalg oder eine Hautdrüse zu repräsentiren, — oder nach aussen gestülpt, haarlose Hautstellen vorzustellen.

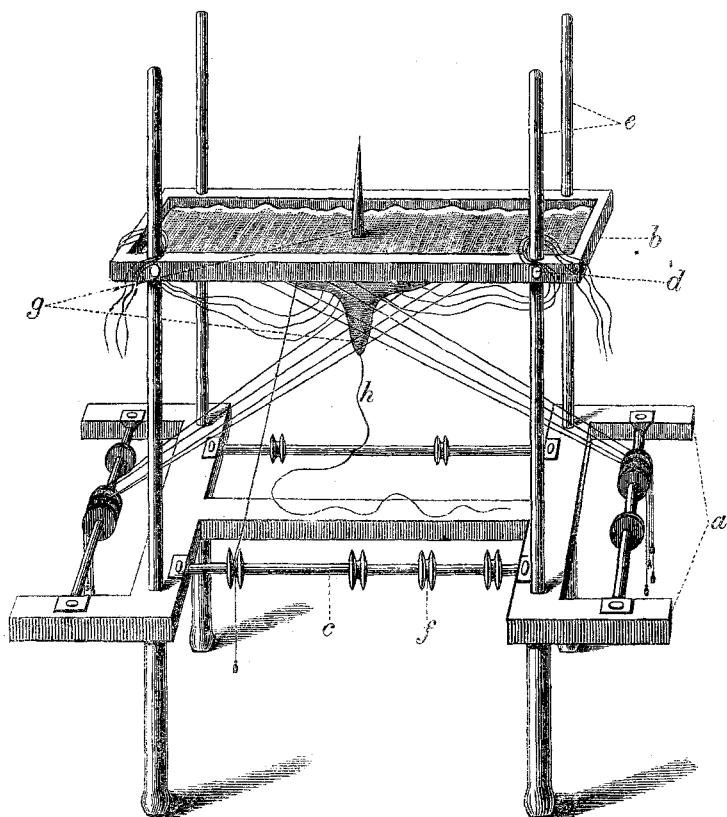
5. Die Schnüre des Modells müssen sich mit dem Papillarteile so verknüpfen, dass beim Anspannen derselben eine gleichmässige Spannung und keine Runzelung des Rahmens hervorgebracht wird.

§. 7. *Construction des Hautmodells.* Ein kleiner Tisch a (s. nebenstehende Fig. V) und ein mit ihm verbundener Rahmen b bilden das Gestelle des Modells. Der Rahmen ist mittels Stellschrauben d an 4 Säulen e in beliebiger Höhe vom Tische zu befestigen. Zwei zu einander parallele Seiten der Tischplatte, ebenso die ihnen entsprechenden des Rahmens sind länger *). Aus den 4 Seiten der Tischplatte wurden je Rechtecke ausgesägt und in die Lücken eine Schlittenvorrichtung eingefalzt, woran Messingstäbe c in senkrechter Richtung nach

*) Diese Form ist nicht unumgänglich notwendig, kann auch durch ein Quadrat ersetzt werden. Ich wählte sie aus Bequemlichkeitsrücksichten, um dadurch ein für allemal die Richtungen des Geflechtes zu markiren. Die längere Seite diente immer, wo es nöthig war, als Spaltbarkeitsrichtung.

auf- und abwärts in beliebiger Höhe festgestellt werden konnten *). Dadurch, dass die Schlittenvorrichtung in toto eine horizontale Verschiebung — vom Rande nach innen — gestattete, waren die Messingstäbe *c* in jeder beliebigen Lage zu fixiren. Die verstell-

Fig. V.



baren Messingstäbe sind mit kleinen Messingrollen *f* versehen, um über sie die Schnüre des Hautmodells zu schlagen und belastet, frei gleiten zu lassen.

Dieses Gestelle sollte im Modelle auf folgende Art seine

*) Die auf- und abwärts gerichteten Stäbe, an denen letzteres mittelst Stellschrauben geschah, fehlen in der Zeichnung, da beim Zeichnen zufällig nur die einfache Schlittenvorrichtung eingefalzt war.

Aufgabe erfüllen: Die Tischplatte, beziehungsweise die eingefalzten Messingstäbe, dienen zum Ursprunge des Hautgerüstes, versinnlichen also seine Entstehung im subcutanen Bindegewebe, Fascien u. dgl. Der Rahmen dient zur Aufnahme der schematischen Pars papillaris cutis, fixirt also das periphere Ende der schematischen Bindegewebsbündel. Der zwischen Tischplatte und Rahmen freigelassene Raum ist für das Spiel des künstlichen Hautgeflechtes bestimmt, repräsentirt also die Dicke der Haut.

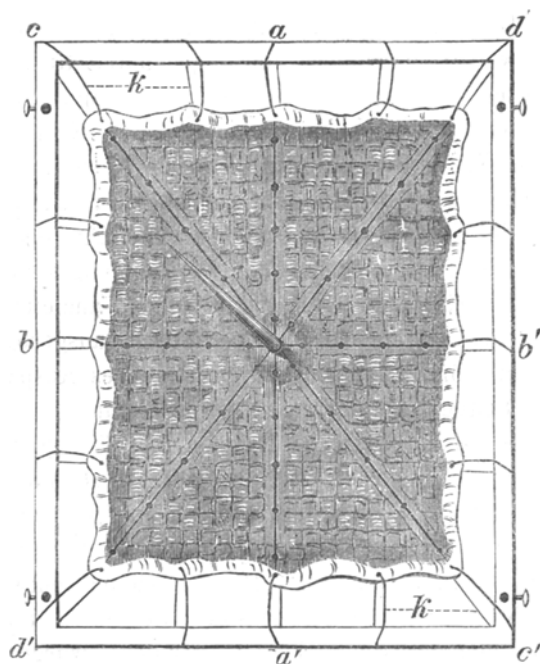
Die Schematisirung der Pars papillaris cutis in Form einer flach gespannten oder mit Einstülpungen versehenen elastischen Membran erschien mir insofern zulässig, als die Warzenschichte histologisch aus einem so dichten, feinfaserigen, unentwirrbaren Filze besteht, dass ihre Bewegungen in der That mit den Formveränderungen einer elastischen Platte zusammenfallen, auf deren eine Oberfläche von verschiedenen Richtungen Zugkräfte wirken.

Um die Beweglichkeit des schematischen Papillartheiles zu erhöhen, befestigte ich das gehäckelte Gewebe nicht unmittelbar an die Leisten des Rahmens, sondern mittelst Kautschukschnüren *k* (s. Fig. VI). Diese Befestigung erleichterte die Verschiebung der Platte in horizontaler Richtung, analog dem Hin- und Hergleiten der Hautoberfläche während der verschiedenen Spannungszustände im Leben.

Was die Verknüpfung der schematischen zwei Hautschichten anbelangt, so können wir uns auf Grund der histologischen Thatsachen und der bereits erwähnten Spannungsergebnisse vorstellen, ein jeder materieller Punkt der Pars papillaris sei mit dem Geflechte der Netzschichte so verbunden, dass auf ihn die Zugkräfte der letzteren gleichzeitig entweder von zwei entgegengesetzten oder von mehreren Richtungen einwirken können. Da die Wahl der angegriffenen Stelle gleichgiltig ist, so wählten wir in unserem Schema den Durchschnittspunkt der beiden Diagonalen, welche die entgegengesetzten Ecken des Rahmens verbinden (s. Fig. VI.), also das Centrum des Modelles des Papillartheiles. Ziehen wir durch den Kreuzungspunkt der Diagonalen noch Senkrechte auf die 4 Seiten des Rahmens, so erhalten wir Richtungslinien, deren Verlauf,

zum Anknüpfen der Kautschukschnüre benützt, uns in den Stand setzt, aus allen möglichen Richtungen der Umgebung auf das Centrum zu wirken und zwar entweder aus unmittelbarer Nähe oder aus der Entfernung unter verwickelteren Bedingungen. Der

Fig. VI.



besseren Orientirung halber bezeichnen wir diese Richtungen $a - a'$, $b - b'$; $c - c'$; $d - d'$. Es ist einleuchtend, dass man je nach Bedarf die Zahl solcher Radien oder Richtungslinien vermehren kann.

Die centrale Stelle, um die sich die Schnüre des Hautmodells gruppieren, benützte ich dazu, um da eine handschuhfingerförmige Einstülpung anzubringen (g in Fig. V). Ich liess zu dem Zwecke aus demselben elastischen Materiale, aus welchem das Schema des Papillartheiles gestrickt war, eine an dem einen Ende geschlossene, schlauchförmige Einstülpung einhäckeln. In den Raum für das Netzgeflechte gesteckt und ohne festen Inhalt, versinnlicht sie eine Hautdrüse; — mit einem festen Inhalte z. B.

einem hölzernen Federhalter versehen, und durch ein elastisches Band h, das als Hebelmuskel dient, mit irgend einer Stelle der Pars papillaris verknüpft, stellt die Einstülpung das Haar mit dem Haarbälge vor. Im ersten Falle konnte man die passive, im letzteren auch die active Rolle dieses Gebildes in der Hautmechanik zur Anschauung bringen.

Der Durchmesser der cylindrischen Einstülpung betrug 2 Cm. Da, wo ihre Peripherie die obgenannten Richtungslinien schnitt, wurden die ersten Schnüre festgeknüpft, wir wollen sie der Einfachheit wegen die Schnüre des 1. Kreises nennen. Vier weitere Kreise erhielt man dadurch, dass man auf den Radien Strecken von je 15 Mm. hinter einander abschnitt und sie mittelst Kreislinien verband; so erhielt man Schnüre des 2., 3. und 4. Kreises. In Fig. VI sind die Verknüpfungsstellen durch Punkte angedeutet. Die Kreise sind wegen ungleicher Dehnbarkeit des gestrickten Gewebes elliptisch ausgezogen, was übrigens nicht störend ist und durch stärkeres Anspannen der betreffenden Seiten leicht corrigirt werden kann.

Die in den Raum zwischen Rahmen und Tischplatte herabhängenden Schnüre lieferten uns die volle Möglichkeit sämtlichen oben erwähnten Anforderungen zu entsprechen, d. h. je nach Bedarf eine diverse Zahl davon um beliebige Rollen des Tisches zu schlagen, dabei das Haarbalgmodell entweder nur tangierend, oder so umgreifend, dass die Schnur dadurch unter einen verschieden grossen Winkel geknickt wurde. Schob man irgend einen von den eingefalzten Messingstäben mit ihren Rollen bloß nach innen, und waren sämtliche Schnüre gleich belastet, so konnte man die Wirkung der sich kreuzenden Schnüre bei ungleicher Länge und ungleichem diagonalen Verlaufe beobachten; hing man an die gleich langen Schnüre ungleiche Gewichte an, so brachte man die Wirkung ungleicher Spannung der Hauptfasern zur Anschauung u. s. f.

§. 8. *Specielle Betrachtung der mechanischen Verwendung des Hautgerüsts am Modelle.* Man kann, wie wir sahen, von der Vorstellung ausgehen, ein jeder materieller Punct der Hautoberfläche werde beständig sowohl von *horizontalen*, als *diagonalen*, aus der Tiefe zu ihm emporsteigenden Zugkräften ange-

griffen. Die in horizontaler Richtung wirkenden Zugkräfte sind in der Continuität der Pars papillaris cutis repräsentirt, die in diagonaler Richtung ziehenden Kräfte sind durch die Bindegewebsbündel der Pars reticularis vermittelt, deren Fibrillen zwischen dem angegriffenen materiellen Puncte der Hautoberfläche einerseits und den verschiedenen subcutanen unverrückbar gedachten Fixationspuncten andererseits ausgespannt sind. Bedingt werden die Zugkräfte im Allgemeinen durch Belastung dieser Fibrillen, in welche sich die Formveränderungen des Organismus bei seinen Bewegungen umsetzen. Im Besonderen vertheilt sich die Last auf die Fibrillen verschieden, je nach ihrer Anzahl, ihrem Verlaufe, Querschnitt, Länge, Elasticität. Dem Producte aller dieser Factoren wird zu jeder Zeit eine relative Gleichgewichtslage des angegriffenen Punctes entsprechen. Aendert sich die Belastung, so verändern sich auch die Werthe jener Factoren, und die Folge wird eine andere Gleichgewichtslage sein.

Der Wechsel des Gleichgewichtes macht sich nun vor Allem durch zwei Erscheinungen bemerkbar: 1. durch *horizontale Verschiebung des betreffenden materiellen Punctes der Pars papillaris* und 2. durch wechselseitige *Umlagerung* der belasteten Fibrillenkreuzungen im Dickendurchmesser der Haut. Letzteres kann man auch so ausdrücken: durch *Verschiebung einer materiellen Punctreihe*, die wir uns während eines gegebenen Gleichgewichtszustandes im Dickendurchmesser der Haut unter dem beobachteten Puncte der Oberfläche senkrecht gelagert denken können. Diese senkrechte Punctreihe ist nur der Ausdruck einer beliebigen Anzahl von Schichten, in welche wir uns die Dicke der Haut zerlegen können, Schichten, gebildet durch die jeweilige Summe von in einer horizontalen Ebene gelagerten Bündelkreuzungen. Bei Belastungen des Hautgerüsts werden nun diese Hautschichten in verschiedener Weise an einander verschoben, und je nachdem die Verschiebung eine gleichmässige oder ungleichmässige ist, muss die Punctreihe, welche die Schichten im Gleichgewichtszustande senkrecht verband, entweder zur Diagonalen werden, die mit dem Hauthorizonte verschiedene Winkel einschliesst, oder die ursprünglich in einer Geraden angeordnete Punctreihe wird in eine krumme Linie umgewandelt. Offenbar werden nun alle

Einlagerungen der Haut, welche diese Schichten durchsetzen, ähnliche Umlagerungen erleiden, wie sie die zugehörigen Punctreihen erfahren, und in der That weisen die Richtungen der Haarbälge auf eine einfache diagonale Deviation, die Verbiegungen des Drüsenschlauches und der Circulationsebenen auf die Knickungen einer krummen Linie hin.

Die Bedingungen dieser Verschiebungen festzustellen, ist die Aufgabe des Hautmodells.

Unser Modell erlaubt uns eine *Vereinfachung* der Verhältnisse. Indem wir durch eine bestimmte Fixation des Papillarthekes innerhalb des Rahmens die Werthe der in horizontaler Richtung auf den materiellen Punct der Hautoberfläche, hier das Centrum, einwirkenden Kräfte für alle Fälle der Untersuchung *gleich* gemacht haben, so genügt es, nur die Werthe der diagonal angreifenden Kräfte zu verändern und daraus allgemein gültige Schlüsse zu ziehen.

1. Fixirt man irgend *eine einzelne* Kautschukschnur des Modells so, dass sie unverrückbar zwischen dem Schema des Papillarthekes und der Tischplatte ausgespannt ist, und stemmt dann irgend eine Last von unten auf den elastischen Faden, so ahmt man die gewöhnliche physiologische Belastung des Hautgerüstes nach.

Würden wir es mit einem zwischen den zwei Fixationspuncten *geradlinig* ausgespannten elastischen Faden zu thun haben, so würde er je nach seiner Spannung an den Insertionsstellen mit einer gewissen Kraft angreifen und zwar in einer Richtung, die man mittelst der Insertionswinkel messen könnte. In unserem Falle schneidet der elastische Faden als Diagonale die zwei parallelen Ebenen, zwischen denen er ausgespannt ist, unter gleichen inneren Wechselwinkeln. So wie wir den Faden in oberwähnter Weise belasten, wird er nach oben geknickt, wickelt sich über die Last wie über eine Rolle und je nach der Grösse der von uns angewendeten Kraft ändern sich die Werthe der erwähnten Wechselwinkel.

Die Wirkung der Belastung, die wir am Faden anbringen, wird sich also in einer doppelten Weise äussern: 1. es wird die Spannung der Schnur, da ihr unteres Ende unverrückbar ist, eine *Verschiebung der Hautoberfläche* in der Richtung der

subcutanen Fixationsstelle bewirken; 2. es wird die Schnur in Folge der Veränderung des Werthes ihrer Insertionswinkel einen ebenfalls veränderlichen Druck auf den etwaigen Inhalt dieser Winkel ausüben müssen. Im gegebenen Falle wird der Ansatzwinkel zwischen Rahmen und Faden spitzer, jener zwischen Tischplatte und Faden stumpfer. Demgemäss *würde Alles, was der obere Wechselwinkel einschloss zusammengedrückt*, was der untere Winkel umspannte entlastet werden.

Solche einfache Verhältnisse finden sich jedoch in der Wirklichkeit nicht vor. Es muss erstens angenommen werden, dass der Faden verhältnissmässig sehr lang sei und zweitens, dass die Flächen zwischen welchen er ausgespannt ist, nicht eben und parallel, sondern krumm und meist gegen einander geneigt sind. Würden sie sich beispielsweise wie zwei concentrische Cylinderschalen verhalten, so verbände der Faden im diagonalen Verlaufe eine concave und eine convexe Oberfläche. Dieser Faden würde, je nach der Neigung, den seine Richtung mit der Axe der Cylindermäntel bildet, ferner je nach seiner Länge, der Krümmung der Oberflächen und ihrem Abstände von einander, ein mehr und minder grösseres Stück der convexen Oberfläche und Alles, was den Faden von ihr trennt, umwickeln. Die auf irgend eine Stelle des Fadens von unten wirkende Kraft wird ihn daher, je nach Umständen, entweder ganz von der convexen Oberfläche abwickeln oder nur theilweise; im letzteren Falle wird der um die convexe Oberfläche bis zu seinem Fixationspunkte noch gewickelte Rest des gespannten Fadens eine *Compression der Unterlage bewirken*. Es mag darauf hingewiesen werden, dass der letztere Vorgang in der Menschenhaut der normale sei, da, wie aus den Untersuchungen Langer's hervorgeht, die Hautschleifen, welche die cylindrischen menschlichen Körperteile umwickeln, dieses in einer zu der Axe dieser Cylinder senkrechten oder diagonalen Richtung thun. Es sind also die Hautfasern so angebracht, dass eine *jede Spannung derselben eine Raumverminderung der Haut in ihrem Dickendurchmesser* zur Folge haben wird oder mit anderen Worten: eine *Compression des Inhaltes und der Unterlage der Haut* bewirken wird.

Da nun in der Haut nicht eine einzelne, vielmehr gleichzeitig *viele*, aus verschiedenen Richtungen kommende, *sich kreuz-*

zende Fasern belastet werden, so haben wir zunächst folgende verwickelteren Verhältnisse zu betrachten: entweder werden sich die Fasern *blos kreuzen*, oder sich kreuzend mehr oder weniger *umgreifen*.

2. Betrachten wir den einfachsten hierher gehörigen Fall, wo sich *zwei Schnüre* einer und derselben Verknüpfungslinie bei *symmetrischem* Verlaufe in einer mit der Verknüpfungslinie zusammenfallenden Ebene *blos kreuzen*. Wählen wir z. B. auf der Linie $a - a'$ (Fig. VI) die Schnüre des 3. Kreises. Durch die Kreuzung der beiden Schnüre erhalten wir in der Kreuzungsebene zwei Paare Scheitelwinkel, wovon das eine Paar zwei ähnlichen Dreiecken, einem oberen kleinen, und einem unteren grösseren angehört. Das andere Paar Scheitelwinkel, die beiden seitlichen, stehen in der Richtung a und a' offen.

Eine in der oben angeführten Weise auf die beiden Schnüre wirkende *symmetrische* Belastung wird, weil sich die Schnüre *blos kreuzen* und nicht *umgreifen*, eine Verschiebung derselben längs einander zur Folge haben, wodurch der Flächeninhalt des oberen Dreieckes abnehmen, die beiden seitlichen Scheitelwinkel sich zuschärfen und das untere Dreieck je nach der Art der Belastung, d. h. je nach dem Orte der durch den Druck hervorgebrachten Knickung der Fäden, verschiedene Schicksale erfahren wird. Wirkt z. B. die Kraft *direct* auf den Kreuzungspunct, so dass dort die Verschiebung und Knickung gleichzeitig Statt hat, so wächst *blos* der Flächeninhalt des unteren Dreieckes ohne weitere Formveränderung, wirkt jedoch die Kraft *symmetrisch* an beiden Schnüren tiefer, so verwandelt sich das untere Dreieck in ein Fünfeck mit ebenfalls vergrössertem Flächeninhalte u. dgl.

Daraus ist zu entnehmen, dass nach jeder Spannung eines Hautstückes, dessen Gerüste aus *gekreuzten Fasern* geflochten ist, ein Streben vorhanden sein wird, *den über der Kreuzung der Bündel befindlichen Raum zu verkleinern, mithin seinen Inhalt zu comprimiren*.

Der Rauminhalt des unteren Dreieckes wird bei dem Spannungsvorgange grösser, dafür aber von der spannenden Masse ausgefüllt und überdies ist noch Rücksicht zu nehmen auf das, was wir bereits oben (sub 1) hinsichtlich der Richtung,

Länge und Befestigung von Bindegewebsbündeln zwischen einander zugekehrten concaven und convexen Oberflächen zweier Cylindermäntel erörtert haben. Es wird demnach jede *Spannung der gekreuzten elastischen Fäden auf sämtliche in ihrer Kreuzungsebene befindlichen Objecte*, also sowohl auf die über als auf die unterhalb der Kreuzung befindlichen, *als Druck übertragen werden*.

Eine Verschiebung der Hautoberfläche bemerkt man im gegebenen Falle aus dem Grunde nicht, weil die Belastung der in entgegengesetzter Richtung ziehenden symmetrischen Schnüre ebenfalls eine *symmetrische* ist.

Um eine mehr körperliche Anschauung dieser Verhältnisse zu gewinnen, *vermehrten wir an unserem Modelle die Anzahl der sich krenzenden Schnürepaaire*, z. B. so, dass sich die Schnüre des 3. Kreises aus sämtlichen Verknüpfungsrichtungen $a - a'$, $b - b'$, $c - c'$, $d - d'$ in *Ebenen kreuzen, welche mit diesen Richtungen zusammenfallen*.

Bei dieser Gelegenheit möge bemerkt werden, dass es von Vorthail sei, sich ein für allemal zum Modelle in eine constante Lage zu bringen und zweitens *alle* Schnüre beim Flechten gleichförmig, d. h. alle entweder links oder rechts zu kreuzen. Ersteres erleichtert den Ueberblick des Modells in hohem Grade, letzteres bedingt *einfache* und symmetrische Formen des Geflechtes.

Stellen wir uns also z. B. für alle folgenden Fälle in der Weise vor das Modell, dass unser Blick in die Richtung $a' - a$ gewendet ist, so liegt uns die Seite b' zur Rechten, die Seite b zur Linken. Haben wir dann mit der Kreuzung so begonnen, dass die Schnur a aus der Medianebene nach links, die Schnur a' nach rechts zu liegen kommt, oder mit anderen Worten, dass die Schnur a beim etwaigen Zusammendrehen die Schnur a' von links nach rechts umgreift, so beobachte man diese Lagerung auch bei der Kreuzung der folgenden Schnüre.

Durch die Kreuzung aller obgenannten Schnüre entstehen zwischen Tischplatte und Rahmen, je nach der Form der Grundflächen von denen sich die Schnüre abheben, entweder zwei kegelförmige oder ein kegelförmiger und ein pyramidenförmiger Raum. Ersteres findet natürlich dann Statt, wenn die Be-

festigung der Schnüre an der Tischplatte, ähnlich jener an der Pars papillaris, kreisförmig angeordnet ist, was sich am Modelle leicht herstellen lässt; letzteres, wenn die Befestigung am Tischchen irgend ein Vieleck bildet. Die Spitzen dieser von den Schnüren umrahmten Räume stossen an einander. Da sich jedoch die aus verschiedenen Richtungen kommenden Fäden nicht in einem einzigen Punkte kreuzen können, so werden diese Räume durch eine senkrechte Reihe auf einander folgender Kreuzungen der gleichnamigen Schnürenpaare verbunden. Spannt man nun einzelne Schnürenpaare oder auch sämtliche Schnüre gleichmässig, so werden an den Kreuzungsstellen Knickungen hervorgebracht und die Schnüre umschlingen sich wechselseitig in verschiedenem Grade. Dieses Verhalten liefert uns den Beweis, dass wir es in der Haut, wo die Lagerung des Gerüsts eine ungleich verwickeltere ist, *nie mit blossen Kreuzungen* der Bündel zu thun haben werden, dass sich letztere *immer umschlingen müssen*.

Der kleinere, obere Kegel kehrt seine Basis gegen das Schema des Papillartheiles, der grössere, untere dem schematischen subcutanen Ursprunge des Hautgerüsts zu. Wirkt nun irgend eine Kraft innerhalb des unteren Kegels von unten auf die Kreuzungsstelle, so wird letztere gegen die Basis des oberen Kegels verschoben, sein Rauminhalt demnach verkleinert werden. Bei der Beurtheilung der gleichzeitigen Vergrösserung des unteren Kegels gilt das bereits Seite 33 Gesagte.

Das Modell zeigt uns mitunter bei obiger Anordnung während des Anspannens der Schnüre eine leichte Einziehung des Papillartheiles in den Raum des oberen Kegels. Eine solche Einziehung bemerken wir jedoch an der natürlichen Hautoberfläche nirgends. Es genügt darüber zu bemerken, dass während jeder Spannung der Haut eine Unzahl solcher schematischer, äusserst kleiner Schnürenkegel in Bewegung gesetzt werden, welche allseitig in einander greifen, somit einander auch entgegenwirken. Der Effect solcher Einzelspannungen der Hautpunkte wird sich eben als gleichmässige Oberflächenspannung kundgeben.

3. Betrachten wir nun ein Schnürenpaar, das sich bei symmetrischem Verlaufe nicht bloß in seiner Verknüpfungs-

ebene kreuzt, sondern dessen Schnüre nach der Kreuzung *aus der Kreuzungsebene heraustreten*, d. h. *sich umgreifen*, oder um einander gewickelt werden.

Man nimmt z. B. wieder das Schnürenpaar $a - a'$, kreuzt es in der vorigen Weise, dreht es dann nach rechts etwas zusammen und befestigt die unteren Enden so, dass sie mit der Kreuzungs- d. h. Medianebene beliebig grosse Winkel einschliessen. Die Schnüre bilden in diesem Falle gleichsam *Rollen* für einander, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, bei Belastung derselben den Zug nicht blos in gerader Richtung, wie bei einfacher Kreuzung wirken zu lassen, sondern nach jeder beliebigen *Seitenrichtung* zu übertragen, ausserdem die Kraft des Zuges oder Druckes an der Umschlingungsstelle einer jeden gespannten Schnur zu *verdoppeln*.

In der Haut sind die einschlägigen Verhältnisse unendlich complicirter. Wickelt sich zum Beispiel ein sehr langes Bindegewebsbündel um zahlreiche andere Bündelaggregate oder Drüsen u. dgl. in der Art, dass es wie ein Seil abwechselnd von einer relativ festen Umschlingung auf eine bewegliche geht, so ist ein der Wirkung des *Flaschenzugs* ähnlicher Effect nicht zu verkennen.

Um das eben Gesagte am Modelle mehr körperlich anschaulich zu machen, brauchen wir nur sämmtliche in unserem früheren sub 2 angeführten Beispiele sich kreuzenden Schnüre nach ihrer Kreuzung aus ihrer Verknüpfungsebene in zwei entgegengesetzte Richtungen z. B. $a' - a$ zu gruppieren.

Während sich die sub 2 angeführten Verhältnisse auf gleichförmig gespannte, *nicht scharf haltbare* Hautstücke beziehen lassen, nähern wir uns durch die letztere Gruppierung der Schnüre jener Anordnung der Hautfasern, welche man als *scharfe Spaltbarkeit* der Haut bezeichnet, hervorgebracht durch ungleichförmige, d. h. nach zwei entgegengesetzten Richtungen vorwaltende Spannung derselben.

Wählen wir nur ein Beispiel: Die Schnüre der Richtung $a - a'$ lassen wir unberührt, wie sie sich in dem sub 2 beschriebenen Beispiele kreuzten, ihre Richtung ist in unserem Falle die *Spaltbarkeitsrichtung*, in welche sämmtlichen übrigen Schnüre nach ihrer Kreuzung durch stärkeres Zusammendrehen geordnet werden. Während sich also die Schnüre $a - a'$ in

ihrer Verknüpfungsrichtung kreuzen, und auch im weiteren Verlaufe nicht aus ihr heraustreten, bemerkt man bei allen anderen Faserpaaren in Folge der neuen Anordnung ein *Heraustreten* aus der früher innegehabten Kreuzungsebene, so dass sich die Verlaufebenen desselben Schnürenpaares vor und nach der Kreuzung schneiden. Wir lagern also z. B. das Schnürenpaar $b - b'$ nach der Kreuzung so, das b in die Richtung a rechts von der Medianebene, die Schnur b' in die Richtung a' links von der Medianebene befestigt wird; die Schnur c kommt nach a rechts, die Schnur c' nach a' links zu liegen; die Schnur d' wird nach a links, die Schnur d nach a' rechts befestigt.

In Folge dieser Anordnung ändern sich die sub 2 von den Schnüren vor und nach ihrer Kreuzung markirten kegelförmigen Räume und zwar dahin, dass sowohl oben als unten ungleichmässige vierseitige Pyramiden mit einem Paare schmalen, den Richtungen $a - a'$ zugekehrten, und einem Paare breiter nach $b - b'$ gekehrten Seitenflächen entstehen.

Eine jede *symmetrische Spannung* der Modellschnüre in ihrer jetzigen Anordnung wird in gleicher Weise, wie wir es bei der sub 2 beschriebenen Anordnung gesehen haben, *die von den Schnüren eingeschlossenen Räume zu verkleinern streben*, ohne die Oberfläche des Papillatheiles zu verschieben.

Man wird vielleicht an dieser Stelle gegen unsere eben geschilderte Schematisirung des Hautgeflechtes den Vorwurf erheben sie entspräche nicht der Wirklichkeit, wäre erkünstelt und gezwungen. Darauf hätten wir zu erwidern, dass es ja nicht in unserer Absicht lag, ausschliesslich den *mikroskopischen* Längs- und Querschnitt des Corium zu modelliren, sondern an der Hand der allgemeinen histologischen Thatsachen uns zu vergegenwärtigen, *wie und auf welche Art ein bestimmter Punct der Haut einer gleichförmigen oder ungleichförmigen Spannung unterzogen werden kann und welche Folgen sich daraus für das Gerüste und die Lage seiner Einlagerungen ableiten lassen*. Dieser Anforderung genügt unsere Beschreibung, indem sie uns die einfachsten und hauptsächlichsten Lagerungsmöglichkeiten vorführt, welche eine nach dem histologischen Typus rings um einen bestimmten Punct des Papillatheiles gruppirte Anzahl von Binde-

gewebsbündeln etwa annehmen wird, um ihn entweder allseitig gleichförmig, oder nur in zwei vorherrschenden Richtungen spannend anzugreifen.

4. Betrachten wir die Wirkungen *unsymmetrischer Einflüsse* innerhalb des Hautgerüsts, indem wir a) den Querschnitt, b) die Länge, c) die Spannung, d) die Richtung der einander entgegenwirkenden Schnüre variiren, alle anderen Bedingungen aber gleich machen.

a) *Ungleiche Anzahl der Schnüre auf der einen Seite, oder mit anderen Worten: ungleiche Querschnitte der sich umschlingenden Bindegewebsbündel* bei gleicher Länge, gleicher Spannung und gleicher Richtung derselben.

Man hätte neuerdings zuerst eine einfache Schnürenkreuzung, dann eine Umschlingung der Schnüre gesondert zu betrachten, da aber in Wirklichkeit der letztere Fall *allein* massgebend ist, ja, wie ein Blick auf das sub 2 angeführte Geflechte lehrt, eine blossе Kreuzung ohne gleichzeitige Verschlingung nicht denkbar ist, so kann man sich auf die Betrachtung umschlungener Schnüre allein beschränken.

Man wählt zu diesem Behufe z. B. wieder die Schnüre a — a', befestiget jedoch an der Verknüpfungsstelle a noch zwei Schnüre von ganz gleicher Beschaffenheit wie a, so dass sich von dieser Befestigungsstelle drei Schnüre gegen die Tischplatte senken, während die Verbindung a' einfach bleibt. Die Schnüre werden nun wie früher gekreuzt und nach rechts gedreht, wobei das Schnürenconvolut a auf der Tischkante b', die einfache Schnur a' auf der Tischkante b befestiget wird. Durch diese Befestigung werden zwischen Rahmen und Tischplatte zwei Dreiecke gebildet: ein oberes, in der Ebene a — a' gelagertes, dessen Scheitel nach abwärts gekehrt ist, und ein unteres, in der Ebene b — b' befindliches, also senkrecht zur Ebene des oberen stehendes, dessen Scheitel nach oben sieht.

Lässt man nun eine Kraft auf die Kreuzungsstelle gleichmässig nach aufwärts wirken, so wird sie sich auf die Schnüre proportional der Anzahl ihrer Querschnitte vertheilen. Es wird also die elastische Verbindung zwischen a und der Tischkante b', welche auf dreifachen Fäden beruhend, einen grösseren Widerstand leistet, weniger gedehnt werden, als die nur durch die

einfache Schnur repräsentirte. In Folge dessen beobachtet man am Gerüste eine *dreifache* Wirkung: 1. es erleiden durch ungleiche Dehnung der Schnüre die im Raume zwischen Tisch und Rahmen umschlossenen Dreiecke eine Formveränderung, u. zw. verwandeln sich die beiden, in den früheren symmetrischen Fällen regelmässigen Dreiecke in *schiefe*, d. h. der Scheitel des oberen sieht nach der Tischkante a , in der Richtung, wo die dreifachen Fäden im Papillarthteile befestigt sind, und die Spitze des unteren Dreieckes weicht in der Richtung b' ab, wo die dreifachen Schnüre ihren subcutanen Ursprung nehmen. 2. Die Pars papillaris wird innerhalb ihres Rahmens horizontal in der Richtung $b - b'$, d. h. gegen jene Seite des Tisches verschoben, an welcher die dreifachen Schnüre befestigt sind, wobei die Kreuzungsebene der Schnüre im oberen Dreiecke aus der Ebene $a - a'$ heraustritt, indem die Fläche des Dreieckes mit seinem Scheitel in die Richtung b' , die Ebene des unteren Dreieckes aus der Ebene $b - b'$ mit seinem Scheitel in die Richtung a herausfällt; oder mit anderen Worten: die Scheitel von beiden Winkeln werden in der Richtung der Resultirenden des Zuges der dreifachen Schnüre, hier beiläufig in der Richtung der Diagonale d abgelenkt. 3. Bei fortgesetztem Steigern des Druckes auf die Kreuzungsstelle sieht man, indem sich die einfachen, folglich leichter dehn- und knickbaren Schnüre längs der dreifachen zur Grundfläche hin verschieben, eine allmälige *Verkleinerung* des Flächeninhaltes des oberen Dreieckes eintreten. Dabei stellt sich das Dreieck immer schiefer, indem der von den dreifachen Schnüren begrenzte Schenkel immer kürzer wird.

Im Allgemeinen sehen wir, dass *alle* Verschiebungen des Gerüstes bei dieser Unsymmetrie, also: Oberflächenverschiebung, Verschiebung der Kreuzungsebenen, Formveränderung der durch die Schnürenkreuzung markirten Räume, in jener Richtung erfolgen, *woher die grössere Anzahl des schematischen Hautgerüstes ihren subcutanen Ursprung nimmt*. Diese Richtung ist bedingt durch die Ungleichheit des Widerstandes, den die einfachen und dreifachen Schnüre einer und derselben Belastung entgegensetzen, deren Folge eine ungleiche Dehnung der Schnüre sein wird. *Der gemeinsame Angriffspunct der Schnüre, d. i. ihre Kreuzungs- und Umgreifungsstelle*, wird dabei aus der Richtung der grössten

Dehnung der einfachen Schnüre in die Richtung der Resultierenden des grösseren Widerstandes, der dreifachen Schnüre, abgelenkt.

b) *Asymmetrie, hervorgebracht durch ungleiche Länge*, bei gleichen Querschnitten (gleicher Anzahl), gleicher Spannung und gleicher Richtung der entgegengesetzt wirkenden Modellschnüre.

Zu diesem Zwecke ordnet man die Schnüre $a - a'$ wie im vorgehenden Falle so, dass sie sich kreuzend und rechts umschlingend nach den Richtungen $b - b'$ divergiren. Nun befestigt man die Schnur a an der Tischkante b' , und nachdem a' über eine Rolle der Seite b geschlagen, wird die letztere (Tischkante b) zuerst soviel nach innen, dann senkrecht nach aufwärts gestellt, als nothwendig, um einen bedeutenderen Längenunterschied beider Schnüre zu erhalten, ohne dabei die Symmetrie ihrer Richtungen zu stören, aus welchen sie ihren Kreuzungspunct angreifen. In dieser Lage wird dann die Schnur a' auch fixirt. Spannt man nun die Schnüre dadurch an, dass man z. B. den Rahmen mit der Pars papillaris gleichmässig in die Höhe zieht, so werden wieder sämmtliche im vorigen Falle beobachteten Verschiebungen des Gerüstes zu Tage treten, u. zw. werden Oberflächenverschiebung, Neigung der Kreuzungsebenen und Formveränderung der durch die Schnürenkreuzung gebildeten Räume *in der Richtung erfolgen, welche der Resultierenden des Zuges am Kreuzungspuncte angreifenden kürzeren Schnur entspricht*, also in unserem Falle annähernd etwa in der Richtung zwischen d' und b , wo die kürzere Schnur befestigt ist.

Sämmtliche Verschiebungen, die wir hier beobachten, haben ihren Grund darin, dass die kurzen Schnüre von der gleichen spannenden Kraft weniger gedehnt werden als die längeren.

c) Genau dieselben Resultate erhalten wir am Modelle, wenn wir mit *ungleicher Belastung* Versuche anstellen, dabei Länge, Querschnitt und Richtung der Schnüre allerseits gleich lassen. Kreuzt und umschlingt man die Schnüre $a - a'$ symmetrisch, so dass Schnur a über eine Rolle der Seite b' , die Schnur a' ebenso über die Tischkante b symmetrisch herabhängt, und belastet man die Schnur a' mit einem dreifachen Gewichte als a , so er-

hält man die obige Reihe von Verschiebungen in der Richtung der Fixation der dreifach belasteten Schnur.

d) Unsymmetrie des Geflechtes, hervorgebracht durch *ungleiche Richtung* der einander entgegenwirkenden Schnüre, gleiche Länge, gleiche Querschnitte und gleiche Belastung derselben vorausgesetzt.

Nehmen wir wieder das Schnürenpaar a—a' des dritten Kreises. Bevor wir die Schnüre verflechten, schieben wir den Messingstab, beispielsweise der Seite b, mit seinen Rollen zuerst gerade so viel nach einwärts und dann senkrecht nach abwärts als nothwendig, um die Länge der beiden Schnürenstücke, die von der Kreuzungsstelle zu den Rollen herablaufen, intact zu lassen, die Richtungen aber aus welchen sie diese Stelle angreifen, ungleich zu machen. Nun kreuzen und drehen wir die Schnüre wie in den vorhergehenden Fällen nach rechts, so dass die Schnur a über eine Rolle des im Niveau der äusseren Tischkante befestigten Stabes b', die Schnur a' über eine Rolle der nach ein- und abwärts geschobenen Seite b herabhängt.

Durch diese Anordnung steigt die Schnur a' *steiler* zum Kreuzungspunkte empor als die Schnur a, wodurch folgende Formveränderung des unteren Dreieckes bedingt wird. Das Dreieck bleibt gleichschenkelig, weil wir an der Länge der es begrenzenden Schnüre nichts geändert haben, seine Grundlinie dagegen, die früher in der Ebene der Tischplatte lag, ist verkürzt und bildet mit der Tischfläche einen Winkel. Verbindet man hierauf den Scheitel mit der Grundlinie durch eine Senkrechte, so zeigt sie sich nach b', der subcutanen Insertionsstelle der mehr *geneigt* zur Hautoberfläche verlaufenden Fasern abgelenkt. Diese Senkrechte ist zugleich die Richtung der Resultirenden, welche durch die mit gleicher Energie, aber unter verschiedenen Winkeln am Kreuzungspunkte angreifenden Schnüre zu Stande kommt.

In derselben Richtung, nach b', wird auch die Spitze des oberen Dreieckes, welches sich in der Ebene a—a' befand abgelenkt, dorthin findet auch die Oberflächenverschiebung statt.

Würde die Asymmetrie des Hautgeflechtes ebenso einfache Verhältnisse aufweisen, wie wir sie am Hautmodelle betrachtet haben, so könnten wir den Schluss ziehen: dass, unter übrigens

gleich gehaltenen Bedingungen, die gespannten Hautgürtel sowohl ihre Oberfläche als auch die einzelnen Hautschichten in ihrem Dickendurchmesser gegen den subcutanen Ursprung ihrer dickeren — kürzeren — stärker belasteten oder mehr geneigt verlaufenden Gerüstbalken verschieben. Allein der Bau der Haut ist sehr ungleichmässig und verwickelt, es werden sich daher alle obengenannten vier Momente verschieden combiniren, ihre Wirkung entweder verstärken oder aufheben.

Wenn wir nun weiter untersuchen, welche von den verschiedenen asymmetrischen Einflüssen in der menschlichen Haut am meisten zur Geltung gelangen, so finden wir zunächst Folgendes:

Am häufigsten combinirt sich auf einer Seite des Hautgürtels oder der Hautschleife eine *grössere Zahl* von Bindegewebsbündeln mit gleichzeitigem *stärkerem diagonalen* Verlaufe zur Hautoberfläche.

An Orten, wo diese Combination vorwiegt, macht sie sich gewöhnlich durch die ganze Dicke der Haut *gleichmässig* fühlbar, es liegen dann Haare, Drüsen und Kreislaufsebenen parallel und gleichförmig geordnet, sämtlich aus der senkrechten Stellung gegen den subcutanen Ursprung der zahlreicheren und geneigteren Hautfasern abgelenkt.

Eine andere asymmetrische Anordnung der Hautfasern, die ebenfalls häufig das Hautgerüste einseitig richtet, ist die Anwesenheit von relativ *kurzen* Bindegewebssträngen innerhalb desselben.

Da sie vorwaltend in solchen Hautgegenden vorkommen, die sich durch starke Entwicklung von Haarbälgen auszeichnen (Streckseiten), so durchsetzen sie im aufsteigenden Verlaufe die in das Hautgerüste zahlreich herabhängenden Haarbalgmuskelschlingen, und beim Spannen der Haut von allen übrigen Hautfasern am meisten gestreckt, werden sie als vorwaltend Widerstand leistende Elemente die Muskelschlinge *in ihrer Richtung* abzulenken streben. Da wo sie wirken, zeichnet sich gewöhnlich die Lagerung des Hautgerüsts und seiner secretorischen Elemente durch Ungleichmässigkeit aus. (S. Fig. VII.) Die kurzen Faserbündel ziehen gewöhnlich an dem Ansatzwinkel des Hebelmuskels und bringen daher den Haarbalg und Alles, was sie

sonst noch im Emporsteigen umfassen, Drüsenstücke, Fettklumpen, Blutgefässe in *eine* Richtung, während Alles, was ausserhalb des Einflusses dieses Bindegewebestranges liegt, seine Richtung und Lage anderen Einflüssen verdankt.

So streben z. B. einzelne Abtheilungen einer und derselben Schweissdrüse verschiedenen Richtungen zu (in unserer Figur bildet aus diesem Grunde der Ausführungsgang mit dem Knäuel der Schweissdrüse eine Knickung), ebenso fliesst das ausserhalb des Wirkungskreises des dominirenden Bindegewebsstranges fließende Blut in anderen Circulationsebenen. Auf diese Hautstellen bezieht sich auch die Wahrnehmung Langers*), dass die Richtung der die locale Spaltbarkeit kennzeichnenden Stichspalten manchmal innen und aussen eine verschiedene sein könne. Er führt an, dass er an sehr dicken Häuten, insbesondere am Rücken, selbst rechtwinklig sich kreuzende Richtung der Spalten beobachtet habe, doch bezogen sich die inneren immer nur auf dünne Schichten.

5. Wenden wir uns nun zu der speciellen Betrachtung des Einflusses, den die Verschiebungen des Hautgerüsts auf die Stellung der eingestülpten Drüsen und Haarbälge ausüben.

Vor Allem ist zu bemerken, dass sich die mechanische Wirkung des Gerüsts auf die obigen Gebilde verschieden gestalten muss, je nachdem sie *frei* mit ihrem Grunde herabragen, also ausschliesslich von den Balken des Hautgerüsts umgeben werden, oder noch mit anderen, selbstständigen Kräftequellen, Muskelbündeln, in Verbindung stehen.

a) Betrachten wir zuerst die *freie* Einstülpung. Zu diesem Zwecke kehrt man die fingerförmige Hülse unseres Hautmodelles in den Raum zwischen Rahmen und Tischplatte und umstrickt sie mit den elastischen Schnüren nach irgend einem von den bereits angeführten symmetrischen oder asymmetrischen Mustern. Hat man einen ganzen Schnürenkreis zum Flechten benützt, so wird die Einstülpung von dem oberen Schnürenkegel eingeschlossen, und indem sie sich vom Centrum seiner Basis erhebt und seiner Spitze zustrebt, sie berührt oder durchsetzt bildet sie zugleich die Axe dieses Kegels. Die Richtung der Längsaxe der Einstülpung wird also mit der Axe des Gerüst-

*) l. c. pag. 21.

kegels zusammenfallen. Da nun die Axe dieses Kegels bei symmetrischer Anordnung des Geflechtes mit der Hautoberfläche einen *rechten* Winkel bildet, bei unsymmetrischer jedoch einen *spitzen*, so ist einleuchtend, dass nur letztere auf die schiefe Lagerung der Haare und Drüsen massgebend sein werde.

Jede Hauteinstülpung, Drüse oder Haarbalg, stellt einen länglichen, festen Körper mit einem fixen und einem mehr minder frei beweglichen Ende vor. Die Bewegungen dieses Körpers werden also, je nach der relativen Festigkeit seiner Masse, mehr oder minder mit den *Drehbewegungen* eines *Hebels* zusammenfallen.

Eine jede Schnur unseres Schema's verhält sich zu der Einstülpung derart, dass sie letztere entweder *unmittelbar* oder *mittelbar* zu drehen bestrebt ist. In ersterem Falle umschlingt sie unmittelbar irgend eine Stelle der Oberfläche der Einstülpung u. zw. in verschieden grosser Ausdehnung. Der elastische Faden wird dadurch bei seiner Anspannung geknickt und seine beiden Theile können als zwei Kräfte betrachtet werden, die den Haarbalg oder die Drüse in der Richtung ihrer Resultanten zu drehen bestrebt sein werden. Im zweiten Falle bewirkt die Schnur *mittelbare* Drehungen des Hebels, wenn sie Schnüre ihrer Nachbarschaft anzieht, welche ihrerseits *unmittelbare* oder *mittelbare* Drehbewegungen des Hebels vornehmen.

Die Hauteinstülpungen sind also in ihrer ganzen Länge und allseitig von derartig auf sie wirkenden Kräften umgeben, die, je nach dem Orte ihres Angriffes eine Anzahl *verschiedener statischen Momente* repräsentiren.

Setzt man nun der Einfachheit wegen voraus, dass an jedem Angriffspunkte der gesammten Hebellänge eine *gleich grosse* Kraft wirkt, und erwägt man, dass die Drehung dieses Hebels von der Summe der ihn angreifenden statischen Momente abhängt, so ist im Voraus klar, dass die *Richtung der eventuellen Drehung vorwaltend von den am längeren Hebel wirkenden Kräften beeinflusst werden wird.*

Man überzeugt sich auch am Hautmodelle von der Richtigkeit dieses Satzes, wenn man z. B. die Fäden des 1 und 2 Kreises um die Einstülpung nach irgend einem vorhin angeführten Muster zusammenkreuzt. Auf diese Weise wird die

Einstülpung des Modells von zwei concentrischen Kegeln umgeben, wovon der eine höher, der andere tiefer am Hebel angreift. Es zeigt dann der künstliche Haarbalg, in welchen man behufs grösserer Festigkeit einen Bleistift einschieben kann, grössere Excursionen, wenn eine Schnur des zweiten Kreises, die dem Grunde näher ist als wenn eine der ersten Krisis mit gleich grosser Kraft angespannt wird.

Hieraus ist nun der allgemeine Schluss zu ziehen: dass von den Hautschichten des collagenen Gerüstes, welche der Haarbalg im Dickendurchmesser durchsetzt, jene um so weniger Einfluss auf die Drehungen dieser Einstülpung ausüben werden, die oberflächlicher liegen; dass daher nur die innerhalb der *Pars reticularis cutis stattfindenden Lagerungsänderungen des Gerüstes von bestimmendem Einflusse auf die Lage und Richtung der herabhängenden Drüsen und Haarbälge sein werden.*

Bei der *symmetrischen* Anordnung des Hautgerüstes ist, gleiche Belastung der Schnüre vorausgesetzt, ein senkrechter Stand der Einstülpung der Hautoberfläche a priori erwiesen. Die Einstülpung wird, wie am Modelle zu sehen, entweder *allseitig gleichmässig* oder vorwaltend von *zwei entgegengesetzten* Richtungen gleichmässig zusammengepresst, die Kräfte die das Bestreben zeigen den Hebel zu drehen halten sich das Gleichgewicht. Als hierher gehöriges Beispiel kann man das senkrechte Emporsteigen der Schweissdrüsen in manchen Gegenden der Hohlhand anführen. Eine Drehung bewirken erst neuzukommende Kräfte, ein Plus von Belastung z. B. der einen Hälfte der Schnürenzahl des Modells, wo dann das freie Ende der Einstülpung in der Richtung des Zuges der neu hinzukommenden Kraft, d. h. gegen den subcutanen Ursprung der stärker belasteten Schnüre gedreht wird.

Bei *unsymmetrischem Hautgerüste* ist, wie wir sub 4 gesehen haben, das Gleichgewicht der am Hebel angreifenden Kräfte schon von allem Anfange an gestört u. zw. entweder durch die Unsymmetrie der *Richtung*, in welcher das belastete Materiale am Hebel zieht, oder durch die Unsymmetrie der *Masse* des Hautmateriales, welche der Belastung einen ebenfalls ungleichen Widerstand entgegensetzt. Natürlich wird dann auch

der Hebel entweder im Sinne des stärkeren Widerstandes, des stärkeren Zuges oder im Sinne des unter einem kleineren Winkel zum Hauthorizonte wirkenden Zuges, d. h. parallel der bereits oben besprochenen Verschiebung des oberen Schnürenkegels am Modelle, gedreht werden.

b) Betrachten wir nun jene Hauteinstülpungen, deren Verlauf oder unteres Ende *nicht frei* ist, sondern mittelst eines Muskelstranges noch an irgend einer Stelle des Papillartheiles besonders befestigt ist.

Die Wirkung dieser Befestigung wird nun entweder eine *passive* oder *active* sein.

Die passive Wirkung wird darin bestehen, dass die Hauteinstülpung nicht mehr einzig und allein dem Zuge des gespannten Bindegewebsgerüsts folgt, sondern, dass ihre Dehnungen in der Richtung der Resultanten aus der Haut- und Muskelspannung geschehen.

Zur Beurtheilung dieser Resultirenden ist es nothwendig, die Insertion des Muskels in der Pars papillaris, d. h. das Verhältniss der Zugrichtung des Muskels zu der Richtung der drehenden Kraft des Hautgerüsts zu kennen. Entweder ist nun die Richtung des Muskelzuges der letzteren entgegengesetzt oder sie bildet mit ihr seitliche Winkel.

Im ersten Falle wird nur ein Theil der Kraft des Hautgerüsts, welche die Drehung des Hebels bewirkt, vom Muskel in entgegengesetzter Richtung aufgezehrt, der Hebel wird dann bloß *nicht so weit*, als es die drehende Kraft ohne entgegenwirkenden Muskel zu thun im Stande wäre, von der senkrechten Stellung abgelenkt; der Muskel beeinflusst hier also nur die Neigung, keineswegs aber die Richtung der Einstülpung im Hautstücke. Hierher zählen die meisten Fälle von Haareinsenkung in der Menschenhaut, *wo Muskel und Haarbalg der Spaltbarkeitsrichtung parallel gelagert sind*.

Im zweiten Falle: wenn die Zugrichtung des Hautmuskels mit der Richtung der drehenden Kraft des Hautgerüsts seitliche Winkel bildet, folgt das bewegliche Ende der Einstülpung der Resultirenden dieses Winkels. Man kann sich hier auch vorstellen, der Haarbalg sammt Muskel bilde eine in das Hautgewebe herabhängende Schlinge, deren Schenkel unter einem

Winkel zusammenstossen, welcher zum Angriffspunkte des vom collagenen Hautgerüste bewirkten Zuges dient. Als Beispiel dienen hier *Haare*, deren *Richtung mit der örtlichen Spaltbarkeitsrichtung der Haut nicht zusammenfällt*.

Die *active* Wirkung des Hebelmuskels auf das Hautgerüste ist durch seine Contraction bedingt. Es fragt sich nun, in welchen Form- und Lageveränderungen des Hautgerüsts drückt sich diese Verkürzung des Hebelmuskels aus? Offenbar wird dieses davon abhängen, welches Muskelende als das relativ fixe anzusehen ist. Entgegen der gebräuchlichen Anschauung, dass es zumal das untere Ende des Haarbalges sei, welches vom Muskel gedreht und aufgerichtet werde, bin ich der Meinung, dass von den Enden des Arrector pili das am Haarbalge sich ansetzende das *relativ fixe* sei. Durch die herabhängende Schlinge, welche der Muskel mit dem Haarbalge im Hautgeflechte bildet, treten ja, wie wir gesehen haben, Bindegewebsstränge durch, welche vermöge des Zuges, den sie in der Richtung ihres subcutanen Ursprunges ausüben, den Haarbalg in einer bestimmten Lage fest halten. Die Summe dieser fixirenden Bindegewebsbündel wird der Muskelkraft einen energischeren Widerstand entgegenstellen, als es der Filz der Pars papillaris zu thun vermag; es ist demnach zu schliessen: das mehr dehnbare Hautgewebe werde zu dem weniger nachgiebigen durch den dazwischen sich contrahirenden Muskel gezogen, als umgekehrt.

Betrachtet man nun die Befestigung des Muskels am Haarbalge als die relativ fixe, und ahmt man die bekannte pinselförmige Beschaffenheit des papillaren Muskelendes auch am Modelle nach, so wird letzteres seinen gesammten Befestigungsrayon wie einen ungestülpten Regenschirm; gegen den Haarbalgrund ziehen und die Hautoberfläche dellenförmig einbiegen. Es ist nun einleuchtend, dass bei der Dellenbildung auf der Hautoberfläche der in der Nachbarschaft befindliche nächste Haarbalg in Mitleidenschaft gebracht, d. h. seine Mündung mit dem emporragenden Haare gegen das Grübchen der Hautoberfläche kehren wird. Ich glaube daher die *Wirkung der Contraction der Arrectores pilorum* dahin festzustellen: dass jeder Hebelmuskel bei seiner Contraction den *Grund des eigenen Haarbalges* mit Hilfe des entgegenziehenden Hautgerüsts definitiv *fixire*,

und jenen *fremden Haarbalg*, welchem das papillare Ende des Muskels zugekehrt ist, um den, von dessen eigenem Arrector fixirten Grund *gegen sich drehe*.

Die Haarbalg-Muskelschlinge, die sich während der Muskelcontraction verkleinert und in eine mehr senkrechte Stellung gezerrt wird, zieht ferner *sämmtliche Bindegewebsbündel, welche sie durchsetzen an*. Da sich nun die Bindegewebsbündel der Haut, von ihrem subcutanen Ursprunge angefangen, über mehr oder minder ausgedehnte convexe Flächen wickeln, um schief aufsteigend den Papillartheil zu erreichen, so werden sie gestreckt, wobei sie auf ihre Unterlage einen Druck ausüben müssen. Die am Modelle nachgeahmte Muskelzusammenziehung belehrt uns also über eine doppelte Wirkung derselben: 1) wird eine Raumverminderung innerhalb der oberen Kegel hervorgerufen, 2. indem sich die Spannung der Schnüre bis zu ihrem subcutanen Ursprunge fortpflanzt, auch eine Raumverminderung des unterhalb der Kreuzung von den Schnüren eingefassten Raumes bewerkstelligt. Die Hauteinstülpung dient dabei als eine *Hebelvorrichtung*, besser Schlingenvorrichtung, die der Muskel benützt, *um auf grosse Entfernung zu wirken, wobei die längs des Hebels innerhalb der Hebelmuskelschlinge gekreuzten Schnüre als lange Sehnen des Arrector zu betrachten sind*, zum Gegensatze zu den kurzen Sehnen desselben, dem elastischen Gewebe, mit deren Hilfe er in seiner nächsten Umgebung presst.

Denkt man sich nun sämmtliche Hebelmuskel gleichzeitig thätig, so wird sich der Erfolg in einem festeren Anpressen des Hautsackes um seinen Inhalt kundgeben. Da hiermit ein Zusammenschnüren und Zusammenrücken des Hautgeflechtes verbunden ist, welches nur nach dem vorläufigen Herauspressen des flüssigen Inhaltes der Haut eingeräumt werden kann, so ist es das Blut und die Lymphe, welche bei diesem Vorgange aus der Haut und den *subcutanen* Stämmen in das Innere des Organismus befördert werden.

Um nicht zu wiederholen, begnügen wir uns mit der Betrachtung der Wirkung der Hebelmuskeln. Es ist leicht, mutatis mutandis, d. h. bei gehöriger Würdigung der localen Verhältnisse zwischen Muskel und Spaltbarkeit mit Hilfe des Modelles, die oben geschilderte *schnürende Wirkung für Nähe und*

Ferne auch für die Fleischhäute und Muskelnetze der Haut nachzuweisen.

Wir haben bisher immer die Voraussetzung gelten lassen, der Hautmuskel *übe unter allen Verhältnissen* auf die Lagerung des Haarbalges, beziehungsweise des Hautgerüsts einen richtenden Einfluss aus und nannten den im Ruhezustande den *passiven*, den im Contractionszustande den *activen*. Offenbar war mit der Annahme der passiven Wirkung, die ja von einer bestimmten Dehnungsgrenze des Muskels bestimmt wurde, die Vorstellung verbunden: der Hautmuskel sei, ähnlich dem Skeletenmuskel, innerhalb des Hautgerüsts über seine natürliche Länge ausgedehnt.

Es fragt sich nun, ob diese Vorstellung die richtige sei, ob nicht vielmehr dem absolut unthätigen Zustande der Hautmuskeln — dem *erschlafften* — ein so geringer Grad von Festigkeit zugeschrieben werden müsse, dass bei der Spannung der Haut von seiner Ausdehnung gar keine Rede sein kann? Dafür spricht wenigstens die Betrachtung der Hodensackhaut. In letzterer überwiegt der Querschnitt der Muskelmasse den Querschnitt des Hautgerüsts. Contrahirt sich die Dartos, so hebt sie nicht nur das Hautgerüste und faltet es zusammen, sie hebt sogar die Last der Testikel und drückt sie gegen den Leistencanal an. Erschlafft dagegen die Tunica dartos, so steigen die Hoden so tief in den Hodensack herab, als es das Hautgerüste erlaubt und *dehnen* dabei durch ihr Gewicht die Haut des Hodensackes aus, was aber nur dann eintreten kann, wenn die Dartos *gar keinen nennenswerthen Widerstand* leistet.

Es dürfte also richtiger sein, an den Hautmuskeln in Bezug auf Hautmechanik zweierlei Zustände anzunehmen: erstens den *erschlafften*, in welchem sie wegen ihrer Weichheit *keinen* mechanischen Einfluss auf die Lagerung des Hautgerüsts ausüben; zweitens den *zusammengezogenen* Zustand, dessen Werth einmal nur gering (passiver Einfluss), das anderemal gross ausfällt (activer Einfluss). Aehnliches bemerken wir ja an den Muskeln, welche die Lichtung des Arterienrohres beherrschen.

II. Der Blutstrom in der Menschenhaut.

§. 1. Die bisherigen Angaben, die man über den Blutstrom in der menschlichen Haut gemacht hat, sind in mehrfacher Beziehung ungenau und lückenhaft. Gewöhnlich begnügte man sich bei der Betrachtung der Blutgefäße der Haut damit, dass man sowohl das Hautgerüste für sich, als auch alle Organe, die in dieses Gerüste eingesenkt sind, bona fide mit besonderen Arterienstämmchen bedachte, ohne sich weiter darum zu kümmern, wie dieses Gefässwerk zu einem *Ganzen* unter einander verbunden ist.

Ganz besondere Angaben liefert uns nur Sucquet*), welcher an bestimmten Stellen in der Haut der Gliedmassen und des Kopfes weite Communicationen zwischen Arterien und Venen gefunden haben will. Darunter wäre zu verstehen ein directer Uebergang der musculösen Arterienwand in einen Venenschlauch mit Ausschluss des Capillargefässbezirkes.

Einen solchen directen Uebergang vermitteln nach Sucquet 1. kleinere Arterien von $\frac{1}{10}$ Mm. Durchmesser, indem sie nach ein- oder mehrmaliger Schlingelung in eine Vene, die parallel mit der Arterie verläuft, umbiegen. 2. Eine andere Art von Anastomose beschreibt er da, wo eine kleine Arterie und Vene durch einen gleich grossen Verbindungsast communiciren, 3. erwähnt Sucquet noch jenes Falles, wo sich eine kleine Arterie in eine weit voluminösere Vene oder eine varicöse Venenampulle öffnet.

Durch die Vermittelung solcher Arterienäste sollen die Hautvenen der Extremitäten am Ellenbogen und Knie, in der Handfläche und Fusssohle, die Venen des äusseren Ohres, der Stirn, Lippen und Wangen und der Nasenschleimhaut aus den arteriellen Netzen und Bogen ihren Ursprung nehmen. Es soll dadurch im Gegensatze zum ernährenden Kreisläufe der tiefen Gefäße ein *derivatorischer* oder oberflächlicher hergestellt werden. Während das Kaliber der tiefen Gefäße sich relativ gleich bliebe, nähme nach der Ansicht Sucquet's, je nach der wechselnden

*) D' une circulation dérivative dans les membres et dans la tête chez l' homme. Paris 8 avec atlas.

Zufuhr des Blutes in der Hauptarterie, der derivatorische Strom eine grössere oder geringere Quantität desselben auf.

Bei der Revision des Blutstromes in der Menschenhaut habe ich mir daher die Beantwortung folgender Fragen als Aufgabe gestellt:

1. Welche Organe und Hautbestandtheile werden mit einem Capillargefässbezirke bedacht?

2. Gibt es einen derivatorischen Kreislauf im Sinne S u c q u e t's?

3. In welcher Astfolge ergiesst sich der Blutstrom durch die Haut?

4. In welchen räumlichen Beziehungen steht ein Blutstrom-territorium, bestehend aus der zuführenden Arterie mit allen ihren Abflussbahnen: Capillaren und Venen, zum durchströmten Hautstücke und seinem Inhalte, oder mit anderen Worten, welche Neigung erhält die Strömungsebene des Blutes in einem beliebigen Hautstücke und wovon hängt sie ab?

§. 2. Die Untersuchungsmethode, auf welcher die Resultate dieses Abschnittes unserer Abhandlung fussen, war die der künstlichen Füllung der Blutbahn mit verschieden gefärbten Massen.

Gewöhnlich geschah zuerst die Anfüllung des venösen Bezirkes mit der einen, dann die Injection von der Arterie aus mit der anderen Masse.

Die Einspritzung in die Venen, mit Hilfe des Ludwig'schen Apparates, wurde so lange fortgesetzt, bis sich eine deutliche Färbung der Papillargefässe wahrnehmen liess. Darauf wurde die Injection der Arterie vorgenommen und so lange unterhalten, bis die fleckige Zeichnung der Hautoberfläche das Eindringen der arteriellen Injectionsmasse in die Papillen ankündigte.

Die eben geschilderte Reihenfolge bei dem Injectionsproceß gewährt den Vortheil, dass sich die Füllung des Venensystems nur auf diesen Bezirk beschränkt, und höchst selten, und dann nur in unbedeutendem Grade auch auf das arterielle System übergreift. Findet ein Uebergang der Injectionsmasse aus dem Venenbezirke in die arterielle Bahn statt, so sind es nicht gleichmässig alle, sondern einzelne wenige Arterien, die einen Inhalt zeigen und diese Stellen braucht man dann bei der

Untersuchung nicht zu berücksichtigen, da man Bilder, wo sich die arterielle und venöse Füllung scharf begrenzen, in Fülle vorhanden hat. Man erhält auf diese Art ein *deutliches* Bild der Begegnung beider Injectionsmassen, während die Injection mit verschiedenen Massen, einzig vom Arterienrohre ausgeführt, diesen Zweck nie zu erreichen vermag, weil man bei letzterem Verfahren verwickelte Mischungsbilder oder höchstens verschieden gefärbte Rand- und Axenströme erhält, denen eine brauchbare Deutung zu geben in den meisten Fällen unmöglich ist.

Als Injectionsmassen dienten: lösliches Berlinerblau, in Wasser lösliches Eisenoxydhydrat, dann Ferrocyan kupfer, sämtlich mit Leim. Carmin mit Leim erwies sich in den meisten Fällen für die Haut als unbrauchbar, er diffundirte, trotz Beachtung der bekannten Cautelen bei seiner Anwendung.

Der grobflockige Niederschlag von Ferrocyan kupfer wurde mit oxalsaurem Ammoniak gelöst und die Lösung mit Leim gemengt, aus welchem vorher durch Oxalsäure der Kalk ausgefällt und abfiltrirt war.

Bei Benützung des im Wasser löslichen Eisenoxydhydrates als Färbemittel muss die im Dialysator gewonnene Flüssigkeit nachträglich durch Eindampfen eingeeengt werden, weil sonst die Leimlösung unter dem Mikroskope zu helle erscheint.

Eisenoxydhydrat liefert unter dem Mikroskope eine dem Gummigutt ähnliche Farbe, während Ferrocyan kupfer den eingespritzten Inhalt der Gefässe intensiv rothbraun färbt.

Zu manchen Controlversuchen wurde schwefelsaurer Baryt mit Leim angewendet.

Hautstücke, deren Gefässe auf obige Weise mit durchsichtigen oder feinkörnigen Massen gefüllt waren, wurden behufs Zerschneidung in Alkohol allmähig gehärtet. Die in bestimmten Richtungen angefertigten Abschnitte wurden, je nach dem Zwecke der Untersuchung, entweder mittelst Essigsäure und Glycerin durchsichtig gemacht oder vorher vollkommen entwässert, mit Terpentinöl aufgehellt und untersucht. Auf letztere Art wurden auch grössere injicirte Hautstücke in toto der Untersuchung mit der Loupe zugänglich gemacht.

Mittelst dieser Methoden wurde die *gesamte Topographie* der menschlichen Haut der Präparation unterworfen.

Man könnte es nun versuchen, die Blutcirculation in der Haut auf Grund ihrer Topographie zu besprechen, beschreibend und vergleichend eine grosse Anzahl von Einzelbildern an einander zu reihen, so wie sie die Untersuchung ergeben hat. Ich habe es vorgezogen, die Registrirmethode aufzugeben und dafür die Beantwortung der oben angeführten Fragen zu substituiren, und zwar aus dem Grunde, weil sich das Blutgefässsystem der Haut ohne Anwendung von Zwang auf ein allgemein giltiges Schema zurückführen lässt.

§. 3. *Welche Organe und Hautbestandtheile werden mit einem Capillargefässbezirke bedacht?*

Ein besonderer capillarer Bezirk ist bestimmt: 1. für die Hautsecretion, 2. für die Hautbewegung, 3. für die Innervation, 4. für die arteriellen Gefässscheiden und 5. für das Fett.

Das Hautgerüste ist durchgehends ohne eigene Capillargefässe.

1. *Der secretorische Blutstrom* oder der Capillarbezirk der eigentlichen Drüsensubstanz der Haut. Hierher zählt die Blutströmung in den Hautpapillen, die vereinigte Circulation um die Talgdrüsen-Haarbälgeinstülpung, ferner die Capillaren der Schweissdrüsen und ihrer Ausführungsgänge.

Es kann vielleicht unbegründet erscheinen, die Capillargefässe der Hautwärtzchen mit den Capillaren der eigentlichen Hautdrüsen zusammenzuwerfen. Bleibt man jedoch bei der Vorstellung, dass die secretorischen Zellenmassen so über das Hautgerüste gelagert sind, dass sie theils Ausstülpungen, d. h. Epidermis, theils Einstülpungen, d. h. Drüsen bilden, und erwägt man, dass die Blutzufuhr in der Raumeinheit der Pars papillaris nur mit der Mächtigkeit der Epidermislage in directem Verhältnisse steht, so scheint diese Ansicht gerechtfertigt.

Betrachten wir nun die Capillarterritorien der Drüsensubstanz der Haut im Einzelnen.

Die Blutgefässe in der *Papillarschichte* sind so angelegt, dass

1. eine Arterie von relativ sehr engem Querschnitte das

Blut in einen Bezirk leitet, aus dem es durch äusserst *zahlreiche* Abzugsröhren von relativ sehr *weitem* Querschnitte abgeleitet wird. (S. Fig. VIII.) Die Differenz zwischen den Querschnitten der Arterie und Venen ist um so grösser, je mächtiger die Epidermislage, welche sich über das Circulationsterritorium ausbreitet. So zeigt z. B. die Beugeseite des Ober- und Vorderarmes diese Differenz in geringerem Grade, als die Haut der Hohlhand und der Fusssohle.

2. Die Capillaren der Hautwärtchen, zumal an der Hohlhand und Planta pedis, zeichnen sich dadurch aus, dass an sie *Nerven* herantreten.

Ich habe in dieser Beziehung besonders die langen Papillen der Handfläche untersucht und gefunden, dass sich die Nerven nicht mit allen Schenkeln der Capillarschlinge gleichmässig, sondern vorwaltend mit jenen, welche den *kleineren* Querschnitt zeigen, verbinden.

Ueber die Art der Verbindung der Nerven mit den histologischen Elementen des Capillarrohres habe ich bereits in einer vorläufigen Mittheilung berichtet.*) Ich erwähnte, die Nerven bilden in jeder Hautpapille die gewöhnlichen, gröberen, peripherischen Netze mit den bekannten kernartigen Bildungen, aus diesem Netze entsprängen dann feine Fibrillen, die sich nun unmittelbar dem Capillarrohre zuwenden, um dann an vereinzelter Stellen längs seiner Wand ein umschriebenes äusserst dicht und zart geflochtenes, kernloses Netz zu bilden, ohne dass es mir jedoch gelungen wäre in Erfahrung zu bringen, ob und wie sich dieses secundäre fibrilläre Netz mit den histologischen Elementen der Capillare verbinde. Die Schuld schrieb ich der Dunkelheit meiner Goldpräparate zu, die wegen der gleichzeitigen Färbung des Capillarrohres eine scharfe Sichtung dieser Verhältnisse nicht gestatteten.

Ich habe seither diesen Gegenstand noch vielfältig untersucht, besonders an durch Goldchlorid nur schwach gefärbten Präparaten. Da habe ich nun die Ueberzeugung gewonnen, dass jene Stellen, welche von mir an den *dunklen* Präparaten als dichtes, äusserst feines, den Capillaren unmittelbar, vereinzelt

*) Centralblatt für die medic. Wissenschaften. 1869. Nr. 39.

und umschrieben anliegendes, zweites Nervennetz gedeutet wurden, sich an helleren Präparaten als eine feinkörnige Masse erkennen lasse, die der Wand des Capillarrohres unmittelbar anliegt.

Aus dem in der Hautpapille sich verästelnden, gröberen Nervennetze treten also einzelne Nervenfibrillen heraus und legen sich mit einem drüsigen meist ellipsoiden oder spindelförmigen Häufchen feinkörniger Masse unmittelbar an einer bestimmten Stelle einer Capillare an. (S. Fig. XIV.) Schlägt sich das Gold reichlicher in den tieferen Stellen der unebenen Oberfläche der feinkörnigen Masse nieder, so kann dadurch ein zartes und dichtes Netzwerk vorgetäuscht werden.

Ueber das Verhältniss der Nervenfaser zu der terminalen körnigen Substanz, über das der letzteren zum Capillarrohre und seinen histologischen Elementen habe ich nichts Näheres folgern können, einmal wegen des schwierigen Untersuchungsobjectes, das die Hautpapillen vom Erwachsenen darstellen, dann wegen der Unzulänglichkeit der Vergoldung als Untersuchungsmethode.

Dass uns die Vergoldung keinen näheren Aufschluss über die Histologie der Nervenenden zu geben vermag, sondern nur von Werth ist bei der Erforschung der Topographie der Nervenendigungen, darüber belehrte mich die Vergoldung von Tast- und Wollustkörperchen, die ich behufs der Controle vornahm. Wenn es mir nun auch gelang, die Tast- und Wollustkörperchen *gleichmässig, wie die hinzutretenden Nerven* durch Gold zu schwärzen, sie dann aus der Haut vollständig zu isoliren, entzwei zu brechen und die Bruchflächen zu untersuchen, so sah ich an letzteren ebenfalls nur schwarze *körnige Masse*. Damit war aber für die histologische Textur dieser Körperchen Nichts gewonnen, der Streit über das Verhältniss der Nervenfaser zu den Bestandtheilen der Körperchen nicht entschieden. Wir können uns allenfalls nur den Schluss erlauben: der Inhalt der Tast- und Wollustkörperchen sei eine in chemischer Hinsicht mit der eintretenden Nervenfaser identische, verwandte Masse*), die

*) Herr W. Krause ist noch immer emsig bestrebt, für die Enden der Tastnerven das Schema der „Endkolben“ zu retten und nennt den feinkörnigen Inhalt der Kolben eine „besondere Art“ von Binde-substanz.

sich nicht über die Grenzen des terminalen Gebildes hin ausstrecke.

An den übrigen Capillaren innerhalb der Menschenhaut ist es mir nicht gelungen, das Hinzutreten von Nerven zu beobachten, obzwar z. B. die Schweissdrüsen mit ihren Capillaren von einem reichen Nervennetz umspinnen werden.

3. Die absteigenden Schenkel der Capillaren in den Papillen vereinigen sich nicht überall gleich an der Basis der Wärzchen mit den benachbarten zu Venenwurzeln, sondern bilden häufig eine Art mehr oder minder deutlichen Schwellnetzes, das besonders an den Stellen mit dicker Epidermislage ausgezeichnet ist. Aus diesem horizontal ausgebreiteten Blutgefässnetze entwickeln sich dann die Venen. Die Wände dieses Gefässnetzes sind den Capillaren gleich gebaut, unbeschadet der allmäligen Zunahme an Querschnitt, bestehen sie bloß aus einer homogenen structurlosen Membran mit innerer Epithellage. In der Hohlhand z. B. wo dieses Schwellnetz stark entwickelt ist, kann man an ihm deutlich zwei Schichten unterscheiden: die *oberflächliche* bildet ein Netz, dessen Maschen in die Länge gestreckt sind, deren Längsaxe mit den Reihen (Riefen) der Hautpapillen parallel läuft; die *tiefe* Schichte bildet vier- oder vieleckige Maschen, aus welchen dann die Venenstämmchen entstehen, die das Blut in senkrechtem oder diagonalem Verlaufe durch die Hautdicke nach innen leiten. Zur Demonstration des eben Gesagten dient uns Fig. VIII, die naturgetreue Copie eines Präparates aus der Hohlhand. Das Bild stellt einen schief geführten Flachschnitt dar, der bei a mit den Papillen anfängt und bei b am tiefsten in das Cutisgewebe eingedrungen ist. Bei a sind die Gefässschlingen der Hautpapillen sichtbar, bei c — c' das oberflächliche Schwellnetz, dessen Maschen die Richtung c — c, c' — c' der Hautriefen einhalten, bei d das tiefe, grobmaschige Netz, aus welchen bei e im Querschnitte sichtbare, nach abwärts führende Venenstämmchen hervorgehen. Die auffallende Differenz zwischen dem arteriellen und capillarvenösen Querschnitte ist im Bilde überall ersichtlich. Dieser Unterschied in der Lichtung der Zufluss- und Abflussröhren des Papillarblutstromes, der darauf hinweist, dass dieses Gefäßsystem nur dann allseitig von strömendem Blute gefüllt sein

kann, wenn eine aussergewöhnliche Erweiterung der Arterien stattgefunden, hat mich veranlasst, dieses Gefässnetz als Schwellnetz zu benennen.

Die Capillaren der Hautwärzchen mit ihren stellenweise zu einem Schwellnetze sich gestaltenden Venenwurzeln sind, weil das Netz in einer einfachen oder doppelten Lage, der Hautoberfläche parallel, ausgespannt ist, bei jeder Schnittführung durch die Haut, wenigstens in Fragmenten, ersichtlich zu machen, während *Gesamtbilder* der Hautcirculation nur an bestimmte Schnittebenen gebunden sind.

4. In der *Raumeinheit* der Pars papillaris cutis nimmt der Gesamtquerschnitt des capillaren Gefässbezirkes mit der Höhe der Papillen zu, und da die Höhe der Papillen, resp. die Hautoberfläche, zunimmt im geraden Verhältnisse zur localen Epidermismasse, so ist die Zunahme des Gesamtquerschnittes der Blutcapillaren im Papillartheile dem Epidermisbelage proportional. Der localen Zunahme des Gesamtquerschnittes der Capillaren in der Raumeinheit des Warzentheiles entspricht eine Vermehrung der Anzahl der Arterien an diesen Stellen; oder mit anderen Worten: mit dem Wachsen des Gesamtquerschnittes der Capillaren in dem Warzentheile sinkt das Flächenmass der Pars papillaris, welches eine einzelne Arterie mit Blut zu versehen hat, die arteriellen Gefässterritorien verkleinern sich und demgemäss sind die Arterienstämmchen dichter gestellt.

Diese in allgemeinen Zügen geschilderten anatomischen Verhältnisse des Papillarblutstromes sind nicht überall gleich ausgeprägt. Dieses gilt besonders hinsichtlich des Umfanges eines einzelnen arteriellen Gefässterritoriums, der Form der Capillaren und der Bildung der Venenwurzeln dieser Stätte. An den Streckseiten sind die Territorien, die von einem bestimmten Arterienquerschnitte mit Blut gespeist werden, im Allgemeinen grösser, als an den Beugeseiten. An Stellen, wo die Hautpapillen niedrig, breiter und seltener werden, macht die Schlingenbildung der Capillaren der Netzform Platz und die scharfe Begrenzung des Anfanges des Capillarbezirkes wird weniger deutlich. Schliesslich sind die Venenwurzeln mit ihrem Schwellnetze verschiedenen Transformationen unterworfen, so z. B. in der Haut der Ohrmuscheln, der Lippenregion, der Nasenflügel, wo man statt

Netzen grössere Lacunen antrifft, in welche sich von oben her die Capillaren ergiessen, und aus welchen nach abwärts die Venen ihren Ursprung nehmen.

Der Blutstrom durch die *vereinigte Talgdrüsen-Haarsack-einstülpung* ist eine unmittelbare Fortsetzung des Papillarstromes, vergleichbar einem Circulationsterritorium desselben, das nach innen eingestülpt ist. Dafür spricht: 1. der Ursprung der Arterien dieses Bezirkes, welche meist über der Abzweigung der Schweissdrüsenarterien aus der gemeinschaftlichen Hautarterie entspringen, in *gleicher Höhe und abwechselnd* mit den für den Papillarblutstrom bestimmten Zweigen, oder auch aus diesen Zweigen selbst. 2. Das capillare Röhrenwerk dieser Gegend steht, zumal an den Mündungen der Haarbälge, mit jenem des Papillarstromes *per contiguum* in Verbindung. 3. Der Venenursprung aus dieser Stromstätte. Das aus den Capillaren fliessende Blut strömt nach aufwärts, um sich mit jenem des Papillarstromes in gemeinschaftlichen Venenstämmchen zu ergiessen. (S. Fig. IX u. X.)

Trotz der Zusammengehörigkeit der vereinigten Haarbalg-Talgdrüsen-Blutbahn strömt das Blut in diesem Hautbezirke durch verschieden gestaltete Capillaren, je nach dem Gebilde, welches sie speisen. Die Capillaren der Haarpapille zeigen die Schlingenform, — die der Talgdrüsen umgeben den Drüsengrund in Form eines verbogenen Korbgeflechtes, — die Capillaren der Faserhäute des Haarbalges umstricken ihn in flachen Netzen. (Fig. IX.)

Es wäre nun das Gesetz zu ermitteln, nach welchem die Arterien an der Speisung dieses complicirten Circulationsterritoriums Theil nehmen. Mit Ausnahme des mehr beständigen Arterienzweiges für den Blutstrom in der Haarpapille gelang es nicht für die übrigen Bestandtheile des Haarsackes eine bestimmte gesetzmässige Arterienverästelung zu entdecken. Ein und derselbe Arterienast gibt hier einen Zweig für die flachen Capillarnetze der Faserhäute ab, dort betheiligt er sich mit einem anderen an den Capillaren der Talgdrüsen. Mehr Gesetzmässigkeit sieht man im Abzweigen und Verlaufe des Arterienstämmchens für die Haarpapille. Die für dieses Gebilde bestimmte Arterie zweigt sich viel tiefer vom allgemeinen Arterienstamme ab,

ist also *selbstständiger*, als die übrigen Aeste, welche dem Haarsacke zustreben. Dann begibt sie sich direct, ohne erst anderweitig Seitenäste abzugeben, zur Papille, wo sie in schlingenförmige Capillaren zerfällt, deren Blut jedoch in die gemeinschaftlichen Venenwurzeln der Haareinstülpung abfließt.

Wenn es nun schon nicht leicht ist, sich *übersichtliche* Totalanschauungen von dem Capillarbezirke der Haarpapillen und der Talgdrüsen zu verschaffen, so ist es desto schwieriger, einen solchen Ueberblick über die flach gestreckten Netze der Haarbalgcapillaren zu gewinnen. Die Capillaren des Haarbalgcs liegen zwischen den beiden Faserhäuten desselben, so dass sie zunächst die innere verfilzte umspinnen und von der äusseren längsfaserigen vollständig bedeckt werden. Sie sind demnach nur dann tadellos sichtbar zu machen, wenn der collagene Antheil der Faserhäute entfernt worden ist. Ueberdiess werden sie noch von dem den Haarbalg als Ganzes umzweigenden Venengeflechte verdeckt, das jenen Raum einnimmt, den die Maschen des Stratum reticulare cutis rings um den Haarbalg frei lassen.

Brauchbare Präparate habe ich erzielt, indem ich injicirte und in Alkohol gehärtete Hautstücke zerschnitt, die Abschnitte in Wasser aufweichte, mit Alkohol und Salzsäure kochte und durch Auswässern die leimgebende Substanz gänzlich entfernte. Durch dieses Verfahren wird alles, bis auf das feine elastische Netz, die Glashaut des Haarbalgcs, und den durch das Verfahren etwas in Zusammenhange gelockerten Inhalt des letzteren: Wurzelscheiden und Haar, entfernt. Das Haar ist sehr häufig vom Grunde abgehoben. An einem so zubereiteten Präparate sieht man die eingestülpte Glashaut von den flachen Netzen der Haarbalgcapillaren umspinnen und darüber ein zartes den Faserhäuten angehöriges elastisches Netz gebreitet. (S. Fig. IX.)

Die *Blutbahn der Schweissdrüsen und ihrer Ausführungsgänge*. Die Blutgefässe der Schweissdrüsen sind oft untersucht und abgebildet worden, und Jedermann kennt das capillare Netz, welches theils korbähnlich den Knäuel der Drüse umfasst, theils ihn durchsetzt. Betrachtet man ältere Abbildungen oder Injectionen, die nur mit *einer* und dazu undurchsichtigen Injectionsmasse durch die Arterien angefertigt sind, so bemerkt man, zumal an

grossen Drüsen in der Hohlhand und Fusssohle, dass der Blutstrom am Knäuel der Drüse nicht abschliesst, sondern mit den Blutgefässen des Ausführungsganges im Zusammenhange steht. Aus den Blutgefässen des Knäuels sondern sich nämlich mehrere Gefässe ab, die, langgestreckt, stellenweise durch kurze Queranastomose verbunden, den Drüsengang nach aufwärts begleiten, um in die Blutbahn der Pars papillaris einzumünden. In den meisten Fällen kann eines oder das andere dieser Gefässe so gleich als Arterie erkannt werden.

Dieses Verhalten konnte der Vermuthung Raum geben, dass man es hier auch mit einem doppelten Kreislaufe zu thun habe, analog jenem in der Niere. Das Blut konnte möglicherweise zuerst bei der Schweissbildung benützt, um dann nochmals im Papillarblutstrom bei der Wärmeökonomie u. s. w. verwerthet zu werden. Diese Voraussetzung erwies sich jedoch als irrig. Injectionen auf doppelten Wegen mit verschieden gefärbten Massen, Vergleiche mit Injectionen unreifer Früchte und Neugeborener, wo die Blutbahn des Ausführungsganges der Schweissdrüse entweder ganz fehlt oder wo man ihre *allmähliche* Entwicklung verfolgen kann, klärten diese Verhältnisse zur Genüge auf.

Die Schweissdrüse hat also einen besonderen capillaren Blutstrom, dessen Selbstständigkeit, je nach der Grösse der Drüse durch eine oder mehrere Arterien, die aus der gemeinschaftlichen Hautarterie *unterhalb* der für den Papillarstrom etc. bestimmten Aeste entspringen, gewährleistet ist. Der feine arterielle Zweig, welcher den Ausführungsgang der Drüse begleitet, stammt aus dem Papillarkreislaufe her, ist nach abwärts zum Knäuel gerichtet (s. Fig. XI a.) und zerfällt nach dem Muster der das Muskelrohr umspinnenden Blutgefässe in quere Capillaren, die sich dann in dünne, langgestreckte Venen ergiessen, welche sich theils nach aufwärts gegen das Schwellnetz wenden, um dort in die Venenwurzeln zu münden, theils nach abwärts mit den Venenwurzeln des Schweissdrüsenstromes in Verbindung treten.

Stehen die Schweissdrüsen vereinzelt, so ist ihr Blutstrom ganz *abgeschlossen* (s. Fig. XII, S.); stehen die Knäuel mehrerer Drüsen dicht gedrängt neben einander, so fliessen die Blutstrom-

bezirke der einzelnen Drüsen zusammen und es kommt zur Bildung eines flächenhaft ausgebreiteten Netzwerkes aus Blutcapillaren (s. Fig. XI S.), in welches gemeinschaftliche Arterien einmünden und Venen von allen Seiten austreten. Die Cutis besitzt dann entweder eine einzige mehr oder minder horizontal ausgebreitete (s. Fig. XI S.), oder, der localen Mechanik des Hautgerüsts entsprechend, *vieler* zum Hauthorizonte verschieden geneigte innere Drüsenschichten. (S. Fig. X. S.)

Die Capillaren für die Bewegungsorgane der Haut. Die Capillaren der Hautmuskeln sind langgestreckte, weite Netze, welche das Blut, je nach der Topographie, aus verschiedenen Quellen beziehen.

Bei den Arrectores pilorum zeigt schon ihre Lage auf das Strombett, aus welchem ihnen das Blut zugeführt wird. Ausgespannt zwischen zwei Oertlichkeiten der Pars papillaris cutis, werden sie auch aus den arteriellen Verästelungen des Papillarblutstromes gespeist und ergiessen ihren venösen Inhalt an verschiedenen Stellen in die Venen des Papillarstromes, d. h. theils in die Haarbalgvenen, theils in die horizontal ausgebreiteten Venenwurzeln. Der Blutstrom für die Hebelmuskeln der Haut ist demnach nur als eine Seitenschlinge des Papillarstromes aufzufassen.

Die *Tunica dartos* erhält ihr Blut durch besondere Arterien vermittelt, die nicht mehr als Zweige des Papillarblutstromes gelten. Sie zweigen sich vielmehr von dem gemeinschaftlichen Arterienstamme ganz gesondert ab, verlaufen eine Strecke stark geschlängelt innerhalb der Muskelschichte und zerfallen in derselben, um sich in Capillaren aufzulösen. Das Blut sammelt sich dann in Venen, welche *nicht* die Dartos nach innen durchbohren, um in die Tiefe zu gelangen, sondern welche gegen den Papillarblutstrom zusteuern, um mit den Venen dieses Stromes verbunden, grössere, *der Hautoberfläche entlang verlaufende* also *über* dem Muskel befindliche, nach dem Aequator des Hodensackes (Arcus pubis) gerichtete Stämme zu bilden.

Der Blutstrom in den *Muskelnetzen* des Gesichtes ist theils auf den Papillarstrom zurückzuführen, theils wird er noch durch besondere, tiefer entspringende arterielle Bahnen gespeist.

Die Capillaren der Nerven in der Haut. Ich habe in einer

früheren Abhandlung *) darauf hingewiesen, dass man an manchen Stellen in der menschlichen Haut Nervenverästlungen antreffe, die plötzlich das Aussehen von Verdickungen annehmen, und dass diese knotigen Stellen dadurch entstehen, dass in den Verlauf der Nerven zahlreiche spindelige ganglienartige Bildungen eingeschaltet sind. Diese Stellen zeigen einen besonderen Capillarbezirk (Fig. XI. N.) Die Arterien für diese Bezirke entspringen meist aus dem Papillarblutstrome, seltener zweigen sie sich aus dem Schweissdrüsenstrome ab. Ihre Venen münden dann auch in die betreffenden Blutströme ein, von welchen sie seitliche Schlingen bilden.

Capillarbezirk für die arteriellen Gefässscheiden. Verfolgt man den Verlauf einer Hautarterie an gelungenen Injectionspräparaten, so bemerkt man, dass sie an vielen Stellen von einem Capillarnetze eingehüllt (Fig. XI G.) wird. Dieses Netz begleitet die Arterie und ihre Hauptverästelungen theils durch die ganze Dicke der Haut bis zum Zerfallen in die Capillaren der Hautpapillen, theils nur absatzweise als grobmaschig durchbrochener Cylinder, dessen Längsaxe die Arterie bildet. In der Tiefe ist der Querschnitt dieses Cylinders grösser, die Maschen der Capillaren vom Arterienstamme weiter entfernt; je höher die Arterie ansteigt, je kleiner ihre Lichtung, desto näher rücken die Capillaren der Gefässscheide an das sie speisende Gefäss heran. Diese Capillaren entstehen dadurch, dass von dem eingehüllten Arterienstamme feine Zweige abtreten, die sich in die obengenannten Capillaren auflösen. Ihr Verschmelzen zu Venen und ihr Abfluss ist ohne weitere Beschreibung in Fig. XI ersichtlich. Die Zeichnung der Fig. XI zeigt zwar diese Capillaren nur fragmentarisch, ich verzichtete jedoch darauf, diese Circulation durch besondere Zeichnungen zu erläutern, da ihr Ersichtlichmachen, falls nur die Injection eine gelungene ist, mit keinen Schwierigkeiten verbunden ist.

Capillarblutlauf für das Fett. Das Fett gehört, streng genommen, nicht als wesentlicher Bestandtheil zu jenem Organe, das wir Haut nennen, da sein Fehlen die Function dieses Organes

*) Zur Kenntniss der Nervenenden in der Haut der menschlichen Hand. Med. Wochenschrift. 1865. Nr. 53. Fig. 4.

in keinem Falle beeinträchtigt. Es ist vielmehr eine Neubildung, die sich zwischen die tiefsten, groben Bindegewebsbündel des Hautgerüstes einlagert.

Wenn es also erlaubt sein dürfte, bei der anatomischen Analyse der Grundlagen des Hautorganes vom Fette, als von etwas Unwesentlichem, abzusehen, so ist dieses nicht thunlich, sobald wir den Blutlauf in der menschlichen Haut betrachten, denn das Hautfett *verdankt seine Anwesenheit einer besonderen, vor der Erscheinung des Fettes bereits vorhandenen Anordnung des Blutgefässsystemes in der Menschenhaut*. Der Blutstrom für das Fett ist schon im Foetus als eine *besondere Schlinge* der cutanen Arterie sichtbar. Die für diesen Strom bestimmte Arterie zerfällt in ein sehr engmaschiges, *selbstständiges* Capillargefässwerk, und das selbst zu einer Zeit, wo man noch *keine* oder äusserst spärliche Fettträubchen wahrnimmt; das *Gefässsystem ist der Vorläufer der Fettablagerung**).

Die Selbstständigkeit der Blutcirculation innerhalb des subcutanen Fettes, wie sie in der foetalen Anlage ursprünglich vorhanden war, d. h. in ihrer Abstammung als einer Seitenschlinge der *Hautcirculation*, erhält sich jedoch nur innerhalb gewisser Grenzen, d. h. so lange, als die Fettbildung nicht allzu grosse Dimensionen annimmt. Tritt letzterer Fall ein, so ist damit Anfangs eine durch die massenhafte Anhäufung der Fettzellen bedingte Erweiterung der Gefässmaschen vorhanden, später gewahrt man eine meist im Centrum der Fetttraube beginnende Verödung und Schwund der Capillaren, in der Peripherie hingegen eine Neubildung und Vermehrung derselben, schliesslich sieht man ein Zusammenstossen und Verschmelzen theils der aus der Hautarterie allein gespeisten Capillarsysteme des Fettes untereinander, theils mit einem anderen, aus dem Blutstrome der subcutanen

*) Um den Verdacht von mir fernzuhalten, als benützte ich in Betreff der Selbstständigkeit der Blutcirculation des Fettes und seiner darauf bezüglichen Entwicklung *fremde*, erst in neuerer Zeit verlaubliche Theorien, möge mir die Bemerkung erlaubt sein, dass ich die obigen Anschauungen bereits im September 1865 in meiner ersten, in Kiew abgehaltenen, öffentlichen Vorlesung entwickelt habe. Die Vorlesung ist im September-Hefte der Киевскія Университетскія извѣстія (Kiewer Universitäts-Nachrichten) vom Jahre 1865 abgedruckt.

Fascien abstammenden Capillarsysteme. In letzteren Fällen ist also *nicht* der gesamte Blutstrom durch das subcutane Fett einzig und allein auf *Rechnung der Hautcirculation* zu setzen, ein Theil des Fettes wird aus den Blutgefässen der subcutanen Fascien, welche einen *besonderen* Kreislauf besitzen, gespeist. Es gibt nämlich zahlreiche, auch aus den Muskeln etc. heraus-tretende Arterienästchen, die ohne erst in das Hautgerüste einzudringen, nur in den blätterigen Fascien sich verbreiten und bei massenhaft entwickeltem subcutanen Fettpolster seine *untere* Parthie mit Blut versehen. Die Venen jenes Fettterritoriums, dessen Blut aus der Circulation der Fascien stammt, verbinden sich nicht erst mit den Sammelvenen der Haut, wie dies bei dem der Hautcirculation entstammenden Fettblutstrom der Fall ist, sondern sie senken sich gleich unmittelbar in die horizontal verlaufenden subcutanen Venenstämme ein.

Kurz zusammengefasst, bleiben uns folgende Thatsachen:

1. jede Arterie, welche der Haut Blut zuführt, gibt regelmässig zuerst einen Zweig ab, dessen capillares System der Fettbildung die Stätte anweist.
2. Das Strombett der Capillaren dieser Arterien ist bei mässiger Fettentwicklung ein abgeschlossenes Röhrensystem, bestehend aus einem dichten Netzwerke. (S. Fig. XII. F.)
3. Bei starker Fettentwicklung steht es zunächst in *horizontaler* Communication mit anderen, benachbarten, ebenfalls aus der Hautarterie abstammenden Capillarsystemen des Fettes (Verschmelzung des *cutanen* Fettes), wobei die Maschen des Netzwerkes weiter werden, stellenweise durch Zugrundegehen der Capillarröhren sogar grosse Lücken bilden können. Diese Verschmelzung ist gleichsam eine Wiederholung derjenigen Verhältnisse, die wir bei den Capillaren der Schweissdrüsen beschrieben haben, nämlich: es bilden sich Circulationsschichten, deren Ebenen entsprechend dem mechanischen Einflusse des Hautgerüstes entweder mit der Hautoberfläche parallel laufen oder mit ihr verschieden grosse Winkel bilden.
4. Bei sehr starker Fettentwicklung können die Blutgefässbezirke des Fettes auch in senkrechter Richtung nach abwärts mit Capillarbezirken verschmelzen, die ihr Blut aus den Blutgefässen der Fascien schöpfen, wodurch das Fett nicht allein auf die Hautarterie angewiesen ist. (Verschmelzung des *cutanen* Fettes mit dem *subcutanen*).
5. Die

Venen, welche das Blut aus dem von der Hautarterie versorgten Fettgewebe sammeln, münden in der Regel in die Sammelvenen der Haut ein, d. h. in jene Venenstämme, die auch das Blut aus dem Papillar- und Schweissdrüsenstrome ausführen und dann ihren gemeinschaftlichen Inhalt in die horizontal verlaufenden grossen subcutanen Venen entleeren. (S. Fig. XII. V. u. H.)

§. 4. *Gibt es einen derivatorischen Kreislauf in der Menschenhaut im Sinne Sucquet's?*

Die verneinende Antwort, die wir auf diese Frage geben müssen, ist bereits in den Ausführungen des vorigen §. unserer Arbeit enthalten, der sich die Erforschung der Capillarbezirke in der Menschenhaut zur Aufgabe gestellt hat. Die Antwort lautete: *Jeder Arterienzweig*, der sich von dem gemeinschaftlichen Stamme der Hautarterie ablöst, *zerfällt in Capillaren*, — es gibt demnach nirgends in der Menschenhaut eine Arterie, die als solche in eine Vene einmündete.

Die Angaben Sucquet's beruhen also auf einem Irrthume und es gilt nur zu erklären, wie dieser Irrthum entstanden ist.

Sucquet hat seinen derivatorischen Kreislauf in der Menschenhaut mittelst des Injectionsverfahrens gewonnen, es müssen daher die Fehlerquellen in der mangelhaften Deutung der Injectionsbilder wurzeln, und in ihren Entstehungsbedingungen, d. h. jenen Vorgängen aufgesucht werden, welche die künstliche Füllung der Gefässe begleiten.

Bei jeder künstlichen Injection der Haut an der *Leiche* überzeugt man sich, dass die Injectionsmasse nicht überall gleichmässig vordringt, sondern dass die Geschwindigkeit des Stromes an manchen Stellen grösser ist, als an anderen.

Injicirt man z. B. eine obere Extremität mit einer gefärbten Masse durch die Brachialarterie, so färben sich zuerst die Fingerspitzen und die Haut der Hohlhand, dann die Streckseite des Ellenbogens. Die dorsalen Digitalvenen und das Rete venosum manus dorsale sind bereits mit Injectionsmasse gefüllt, während die Haut des Ober- und Vorderarmes noch gar nicht gefärbt oder nur stellenweise durch capillare Injection gesprengelt erscheint. Aber selbst an den Fingerspitzen und an der Ellbogengegend sind es wieder nur besonders bevorzugte

Stellen, an denen sich die Injectionsmasse mit besonderer Schnelligkeit fortbewegt. *Diese Stellen entsprechen den Stellen ungleichförmiger Spaltbarkeit der Haut Langer's*, wo die spulrunde Ahle nach dem Einstich keine lineare, sondern eine meist dreieckige Oeffnung hinterlässt, oder wo die einzelnen linear gestalteten Stichspalten nicht alle in einer bestimmten Richtung angeordnet sind, sondern durch einander gewürfelt liegen. Setzt man nun die Injection durch die Brachialarterie so lange fort, bis die Hautvenen theilweise gefüllt sind, injicirt hierauf mit einer zweiten Masse nach, um die Arterien anders gefärbt zu erhalten, so wiederholt sich das bereits beschriebene Schauspiel, nur mit dem Unterschiede, dass die zweite Injectionsmasse in ein theilweise gefülltes Venensystem eindringt. Wir sehen dabei die zweite Injectionsmasse an den bereits erwähnten Orten wieder zuerst mit der früher injicirten Masse zusammenstossen und zu einer Zeit in die Venen übertreten, wo sie anderwärts noch nicht die Capillaren erreicht hat. Dieses ist die Ursache der irrigen Auffassung Sucquet's, der jenen Hautstellen, welche sich nach dem Tode von den übrigen durch einen geringeren Widerstand innerhalb ihrer Blutbahn auszeichnen, die Function eines derivatorischen Kreislaufes zuschreibt — eine Function, beruhend auf der irrigen Deutung des Zusammenstossens verschieden gefärbter Injectionsmassen in kleinen Venenzweigen, welche ohne Weiteres als directe Uebergänge von Arterien in Venen aufgefasst wurden.

Frägt man nach der Ursache des geringeren Widerstandes innerhalb der Gefässe an den betreffenden Hautstellen, so kann sie mannigfacher Art sein: 1. Die Stellen des derivatorischen Kreislaufes Sucquet's befinden sich an solchen Oertlichkeiten des Kopfes und der Extremitäten, wo Langer schon ursprünglich, während des Lebens, eine *sehr geringe*, oder *gar keine Spannung* der Haut nachgewiesen hat: Stirn, Handfläche. 2. Die Injection an der Leiche wird gewöhnlich bei gestreckter Lage der Extremitäten vorgenommen, wodurch die Haut der *Streckseite an den Gelenken abgespannt* wird. Diese Oertlichkeit bezeichnet Sucquet ebenfalls als besonders geeignet für die derivatorische Circulation. 3. Die Stellen, wo die Masse während der Injection mit grösserer Geschwindigkeit strömt, also gerin-

geren Widerstand zu bewältigen hat, fallen sehr häufig mit den Stellen ungleichförmiger Spaltbarkeit Langer's zusammen. Dies erklärt sich folgendermassen: Wir haben gesehen, dass sich Hautstücke mit gleichförmiger Spaltbarkeit durch eine gewisse regelmässige Anordnung der Faserbündel auszeichnen, wodurch eine Art regelmässiger, diagonalen, blätteriger Textur derselben zu Stande kommt. Stellt man sich nun ein kleines Blutstrom-territorium die Hautdicke von innen nach aussen durchdringend, der Einfachheit wegen in Schlingenform vor, etwa wie die Capillaren der Hautwärtchen, so wird diese Schlinge, wie wir noch später sehen werden, den Dickendurchmesser der Haut nicht senkrecht durchbiegen, sondern, der diagonalen Textur parallel, ebenfalls diagonal zwischen die Schichten der Hautfasern aufgenommen und umgebogen. Nun haben wir gesehen, dass jede Spannung des Hautgerüsts ein Zusammenpressen des Hautinhaltes im Dickendurchmesser zur Folge habe. Scharf spaltbare Hautstücke zeichnen sich aber bekanntlich dadurch aus, dass sie in der Spaltbarkeitsrichtung einer bedeutenden Spannung unterworfen sind, Grund genug, weshalb die Injections-masse in der diagonal verlaufenden, zusammengepressten Blutgefässschlinge scharf spaltbarer Hautstücke mit einer gewissen Trägheit vordringt.

Anders gestaltet sich die Lage der Gefässschlinge innerhalb des ungleichförmig spaltbaren Hautgerüsts und der Druck, den letzteres auf die Lichtung der Schlinge ausübt. Die Ursache der ungleichförmigen Spaltbarkeit der Haut ist entweder eine mehr als aus zwei entgegengesetzten Richtungen auf die betreffende Stelle wirkende Spannung, oder eine, sehr häufig damit verbundene, die ersterwähnte Ursache mitunter auch begründende anatomische Eigenthümlichkeit des subcutanen Ursprunges des Hautgerüsts dieser Stellen. An jenen Hautstücken, wo die ungleichförmige Spaltbarkeit einzig und allein dadurch zu Stande kommt, dass mehrere Spannungsbezirke scharf spaltbarer Hautschleifen zusammengrenzen, ist auch das Gefüge der Haut veränderlich, also ungleichförmig angeordnet, die Blutgefässschlingen, die hier die Haut durchsetzen, sind also mehr oder weniger aufrecht gestellt oder unregelmässig verbogen und diese ihre Stellung bekundet schon, dass es innerhalb des Hautgerüsts

Stellen gibt, wo sie der *gleichförmigen* seitlichen Compression durch das Gerüste *weniger* ausgesetzt sind, wie innerhalb der diagonalen Zweige des scharf spaltbaren Hautgewebes.

Die Eigenthümlichkeit der anatomischen Anordnung der Hautfasern an vielen Stellen ungleichförmiger Spaltbarkeit, z. B. Hohlhand, besteht darin, dass die vom Periost, Fascien, Gelenkkapseln etc. in grösserer Anzahl entspringenden Faserbündel bei kurzem Verlaufe mehr *senkrecht* zur Hautoberfläche aufsteigen und gleichsam Wirbel von Fasern bilden, die sich dann in der Haut in radiären Richtungen weiter ausbreiten. Solche Stellen zeigen weniger und dabei ungleichmässige Durchkreuzungen der Bündel, welche, zwischen ihrem subcutanen Ursprünge und der Pars papillaris in gewundenem Verlaufe mehr senkrecht gestellt, innerhalb der Hautdicke gleichsam federn (*Vola manus*). Ebenso steil, wie die Faserbündel steigen da auch meist die Blutgefässe zur Hautoberfläche empor. Bedenkt man nun, dass die geringe Zahl und Unregelmässigkeit der Kreuzung und Verflechtung der Bündel einer geringeren Anzahl von schnürenden Schlingen entspricht, so haben wir Anhaltspunkte gewonnen, um den geringeren Widerstand zu begreifen, der sich an diesen Stellen der künstlichen Füllung der Gefässe darbietet.

Die eben erörterten Verhältnisse in den nicht scharf oder unregelmässig spaltbaren Hautstellen erklären demnach die Annahme eines vermeintlichen derivatorischen Kreislaufes von *Sucquet* in der Hohlhand und den Fingerspitzen, *Planta pedis*, Knie- und Ellenbogengelenk. Was die Angaben *Sucquet's* über den derivatorischen Kreislauf im *Gesichte* anbelangt, so förderten, nebst den bereits angeführten, noch andere anatomische Thatsachen seine irrigen Schlussfolgerungen.

Diese Hautstellen sind dünn und mit einer grossen Anzahl von Haarbälgen, die man hier gemeinhin Talgdrüsen nennt, mosaikartig durchsetzt. (S. Fig. XIII.) Diese anatomischen Verhältnisse bedingen eine veränderte Gruppierung der Blutgefässe, besonders der Venen, im Hautraume. Die Venen des Papillarstromes bilden hier kein in den *oberen Lagen der Netzschichte* gleichmässig ausgebreitetes, horizontales Netz (S. Fig. VIII.), aus dem sich erst tiefer in der Haut die Sammelvenen (S. Fig. VII. V.) entwickeln; hier bilden sich schon *oberflächlich* grössere Venenstämme, die,

nachdem sie eine Strecke an der Hautoberfläche verlaufen, in der Tiefe umbiegen. Tritt nun die Injectionsmasse an einzelnen Stellen aus den bereits angeführten Gründen in diese oberflächlichen Venenwurzeln, die obendrein bei vielen Individuen pathologisch erweitert sind, rascher ein, während sie in der Tiefe die Venen noch nicht erreicht hat, so ist die Täuschung noch vollkommener als anderswo.

Aehnliche Verhältnisse trifft man in der Haut der Ohrmuscheln, wo die gleichfalls *oberflächlich* gelegenen Venenwurzeln nicht Ramificationen, sondern *ampullenförmige Erweiterungen* darstellen.

§. 5. *In welcher Astfolge ergiesst sich der Blutstrom durch die Haut?*

Denken wir uns irgend ein beliebiges Stück Haut herausgeschnitten, dabei die Epidermisfläche nach oben, die Fettfläche nach unten gekehrt, so durchfliesst der Blutstrom das Hautstück von unten nach aufwärts entweder in einer senkrechten oder in einer diagonalen Richtung. Im letzten Falle bildet die Gefässschlinge mit der Hautoberfläche einen mehr oder minder grossen Winkel, dessen Werth von der Mechanik des Hautgerüstes abhängt. Dabei durchläuft das Blut den Dickendurchmesser der Haut in einer Weise, dass es sich *in drei übereinander geschichtete Blutbahnen* sondert, die schliesslich wieder in gemeinsame Venenstämmen einmünden. (S. Fig. XI und XII.)

Ein anschauliches Bild des Zerfalles der Blutströmung in drei übereinander geschichtete Partialströme gibt uns die treu nach der Natur gezeichnete Fig. XII. Das Präparat ist vom unteren Drittheile der Beugeseite des Vorderarmes entnommen. Die Arterien sind mit löslichem Eisenoxydhydrat gelb, die Venen mit löslichem Berlinerblau injicirt. Das Blut ergiesst sich in die Haut durch zwei Arterienstämme a, a, welche zuerst Aeste b, b für den Fettstrom abgeben, dessen Inhalt in die Venenzweige c, c abfliesst; dann liefern die Hautarterien Aestchen für die Schichte der Schweissdrüsenblutbahn S, welche ihr Blut in eigene Venenzweige abführen. Hierauf zerfällt erst die Arterie in ihre Endäste, welche für den zusammengesetzten Papillarstrom bestimmt sind, d. h. jene Capillarbezirke, die über der bogen-

förmigen Vereinigung der zwei Sammelvenen V, V liegen. Diese Venenarkaden, die, wenn sie sich dichter verbinden N, eine Art horizontal ausgebreiteten Schwellnetzes bilden, muss man als Anfang der Sammelvenen betrachten, welche, wie der Augenschein lehrt, das venöse Blut aller drei Hauptblutströme den horizontal verlaufenden subcutanen Venenstämmen H zuleiten.

Nebst den ebengenannten, mehr beständigen, drei Blutbahnen, in welche sich eine Hautarterie auflöst, gibt es noch, wie schon oben erwähnt, ein dreifaches Blutgefässsystem in der Cutis, jenes für die Musculatur, für die Ausführungsgänge der Schweissdrüsen und das Nervensystem, welche jedoch meist insgesamt als nach abwärts gerichtete Nebenschlingen des obersten Strombogens, des Papillarstromes, aufzufassen sind, weil ihre Arterien in den meisten Fällen nach unten gerichtete Zweige der Papillararterien darstellen.

Dadurch, dass die Venen dieser Nebenströme nicht immer in das venöse Geflecht des Papillarstromes eintreten, sondern die Venen irgend einer tieferen Arcade zum Eintritte wählen, können sich auch auf verschiedene Weise die drei Hauptströme der Haut unter einander verbinden, wie dies z. B. am häufigsten zwischen dem Papillar- und Schweissdrüsenstrom durch Vermittelung der Circulation der Ausführungsgänge vorkommt.

Die Zerspaltung der Hautcirculation in die drei Hauptäste in der oben geschilderten Folge ist nicht an allen Orten gleich in die Augen springend. Ihre Ausgeprägtheit hängt im Allgemeinen ab: 1) von der Grösse des Circulationsterritoriums, d. h. von der Grösse des Hautstückes, das eine Hautarterie mit Blut versieht. Je grösser die Anzahl von *selbstständigen, kleinen* Arterien ist, die sich in ihrem Hautbezirke je in die drei Hauptströme auflösen, desto schärfer prägen sich die eben geschilderten Verhältnisse aus, weil kleineren selbständigen Arterienstämmchen meist ähnliche, kleinere Sammelvenen entsprechen, wodurch es zur Bildung von kleineren, übersichtlichen Stromterritorien kommt. Versieht im Gegentheile eine *grössere* gemeinschaftliche Arterie ein grösseres Hautstück, so wird man erst ihren Ramificationen nachgehen und das Schema auf letztere einzeln anwenden müssen. Die Beugeseite der Extremitäten, die Hohlhandseite der Finger und die Sohlenseite der Zehen zeigen im Allgemeinen kleinere

Circulationsterritorien, als die Streckseite der Extremitäten und des Rumpfes, welch letztere sich besonders durch grosse Strombezirke auszeichnet. 2. Die schematische Deutlichkeit des Haut-Blutstromes hängt ferner von gewissen topographischen Verhältnissen der Haut ab: am einfachsten gestalten sich die drei über einander geschichteten Blutbahnen an jenen Orten, wo das Fett, die Schweissdrüsen und die Epidermis weder durch Haarwuchs, noch durch den Bewegungsapparat der Haut unterbrochen werden. Solche Gegenden sind wesentlich die Hohlhand (S. Fig. XI), die Fusssohle und unter gewissen Bedingungen auch die Beuge-seite der Extremitäten. Hier fliesst das Blut auf dem Wege der grösseren Blutgefässe mehr senkrecht durch den Dicken-durchmesser der Haut, während es sich in den Capillarbezirken in horizontaler Richtung ausbreitet, wodurch es zur Bildung von horizontal ausgebreiteten Blutgefässverästelungen kommt, die wieder durch horizontale Zwischenschichten blutgefässfreien Hautgerüsts deutlich in grossen Strecken von einander getrennt sind.

Hat man sich einmal die Gewissheit von dem Zerfalle des Blutstromes der Haut in drei anatomisch selbstständige, an vielen Orten über einander geschichtete Abzugscanäle verschafft, so wirft sich von selbst die Frage auf: *wie werden diese Canäle von dem strömenden Blute benützt?* Strömt das Blut immer *gleichzeitig* in allen drei Bahnen durch die Haut, oder haben wir Grund zu der Annahme, es werde unter gewissen Umständen die eine oder die andere dieser Bahnen ausgeschaltet?

Um diese schwierige Frage zu entscheiden hat man zur Stunde, weder die hinreichende Anzahl von Beobachtungen zur Hand, noch besitzen wir Resultate irgend eines einschlägigen Experimentes, welche uns als Wegweiser dienen könnten. Trotzdem möchte ich auf Thatsachen hinweisen, die dafür zu sprechen scheinen, dass eine Ausschaltung der einen Hautströmung vorkomme.

Wir kennen z. B. einen Zustand der Haut in der Vola manus, wo sie kühl anzufühlen ist, ihr Papillarbezirk von venösem Blute strotzt, dabei jedoch eine reichliche und andauernde Schweisssecretion stattfindet. Die niedrige Temperatur der Hautoberfläche und die venöse Färbung der blutstrotzenden Papillar-

gefässe lässt auf eine Stauung des Blutes in diesem Hautbezirke schliessen; die gesteigerte und andauernde Schweisssecretion auf ein rascheres Strömen innerhalb der Capillaren der Knäueldrüsen. Um einen solchen Zustand zu erklären, denken wir uns, dass sich die Lichtung der den Papillarstrom speisenden Arterie oberhalb der beiden tieferen Hautströme plötzlich verengere oder schliesse, während der Blutstrom für die Schweissdrüsen und das Fett keinerlei Veränderung erleidet. Es wird sich dann das in den Venennetzen des Papillarbezirkes befindliche Blut wie ein todter Arm zum übrigen Blutstrome in der Haut verhalten müssen. Während nämlich die Triebkraft im Papillarstrome durch die plötzliche Verengung oder Verschliessung der betreffenden Arterien sank oder ganz wegfiel, wirkt sie in dem darunter befindlichen Schweissdrüsen- und Fettstrome ungestört, vielleicht noch in erhöhtem Masse fort, der Seitendruck in den Sammelvenen der Haut, in welche sich die venösen Netze des Papillarblutstromes ergiessen, ist demnach ebenfalls etwas gestiegen und erhält sich nun auf diesem höheren Werthe, von einer Entleerung der Papillarnetze in die Sammelvenen kann folglich keine Rede sein, im Gegentheile, es wird vielleicht eine *Zurückstauung* innerhalb der Venen des Papillarstromes von den Sammelvenen der Haut aus eingeleitet werden. Eine Entleerung des Blutes aus dem venösen Papillargeflechte kann wieder nur dann eintreten, wenn sich die Papillararterie öffnet, oder der Blutdruck in den Sammelvenen der Haut durch Versiegen des Schweissdrüsen- und Fettstromes ebenfalls gesunken ist.

§. 6. *In welchen räumlichen Beziehungen steht der Verlauf einer in die drei Hauptblutströme zerfallenden Gefässschlinge zu dem Hautgerüste des durchströmten Territoriums und seinen drüsigen Bewegungs- und sonstigen Organen?*

Fertigt man aus einem injicirten Hautstücke mikroskopische Abschnitte aus verschiedenen Richtungen und Ebenen an, so gewahrt man, dass die in ihnen enthaltenen Gefässramificationen, entsprechend den Verschiedenheiten der Schnittrichtung, verschiedene Bilder geben. Einmal bemerkt man vorwaltend Capillaren, das anderemal Capillaren mit einer variablen Zuthat von angrenzenden feinen Arterien- und Venenzweigen, schliesslich

sieht man Gefässanordnungen, wo sich zu dem vorigen Befunde noch die grösseren Arterien- und Venenstämme hinzugesellen. Man bemerkt, kurz gesagt, wie sich allmählig zu den Capillaren die dazu gehörigen Blutgefässstämme hinzugesellen und so eine *Circulationsebene* des Hautstückes in ihrer Totalität aufrollen. (S. Fig. X., XI., XII.)

Diese Verschiedenheit des Befundes rührt offenbar daher, dass es in jedem einzelnen Hautstücke *nur bestimmte Ebenen gibt*, in welchen die Blutgefässschlingen der Haut annähernd mit allen ihren Abschnitten ausgebreitet sind, während sie aus diesen Ebenen, den Circulationsebenen, in verschiedene Richtungen theils blosse Nebenschlingen hinausstrecken, theils seitliche Verbindungen mit den benachbarten Circulationsebenen unterhalten.

Zur Bestimmung der Lage der Circulationsebene benützte ich wieder, wie schon bei früheren Gelegenheiten, die *Spaltbarkeitsrichtung* des Hautstückes. Ein senkrechter Durchschnitt durch das Hautstück in seiner Spaltbarkeitsrichtung gab die *Spaltbarkeitsebene*; ein zweiter, senkrecht auf den ersten durch die Dicke der Haut geführter Schnitt ergab eine andere, die *Querebene*. Indem ich nun bei der Anfertigung der mikroskopischen Abschnitte das Messer entweder in den vorerwähnten Ebenen oder unter verschiedenen Winkeln zu ihnen führte, dann die Angabe der Präparate unter einander verglich, gelangte ich endlich dahin, die Lage der Circulationsebene in der Haut *annähernd* zu bestimmen, d. h. ihre Neigung in ein bestimmtes Verhältniss zur örtlichen Lagerung des Hautgerüsts und seiner Mechanik zu bringen.

In Betreff der Lage der Circulationsebene zur Spaltbarkeit der Haut haben wir zweierlei Topographien zu unterscheiden: die eine, wo die Circulationsebene keine regelmässige Lage hat, daher nicht im Voraus bestimmt werden kann; die andere, wo man sie ihrer grösseren Regelmässigkeit wegen mit Wahrscheinlichkeit angeben kann.

In die erste Kategorie zählen Hautstücke mit nicht scharf oder ungleichförmig spaltbarem Hautgerüste, d. h. wo die Richtung der Spaltbarkeit sich beständig ändert. Wir erinnern hier an das, was wir bereits früher über den Ursprung der Faserbündel an diesen Stellen, ihr steileres Emporsteigen zur Hautoberfläche,

unregelmässige Durchkreuzung, wirbelartige Ausstrahlung in die benachbarte Haut, Spannung aus mehr als zwei entgegengesetzten Richtungen gesagt haben, alles Bedingungen, die es a priori erklären, warum sich hier der mechanische Einfluss des Hautgerüsts nicht auf grössere Strecken in einfacher, gleichförmiger Weise äussern kann, warum dem zu Folge auch die Blutgefässschlingen dieser Gegenden keine gleichförmige Lage einnehmen, sondern ihr Verlauf zahlreiche Verbiegungen schon auf kurzen Strecken und in die verschiedensten Richtungen aufweisen werde. Viele von diesen Hautstellen zeichnen sich durch grossen Reichthum an Blutgefässen, ihre Arterien durch geschlängelten Verlauf aus, z. B. *Vola manus*, *Planta pedis*; im Allgemeinen haben die krummen, verbogenen Circulationsflächen daselbst einen mehr senkrechten Stand in der Dicke der Haut.

Zur zweiten Kategorie gehört die Haut, welche auf grösseren Strecken scharfe, gleichförmige Spaltbarkeit besitzt, also zumal jene Orte, wo Haareinstülpungen und Hebelmuskeln vorkommen. Hier geschieht das Aufsteigen der Arterie und ihrer Zweigfolge in einer meist schiefen Ebene zum Hauthorizonte, bildet mit ihm einen mehr minder spitzen Neigungswinkel.

Als erläuterndes Beispiel der zur ersten Kategorie gehörigen Verhältnisse möge Fig. XI dienen: das Bild ist durch einen Schnitt gewonnen, der parallel der Querebene der betreffenden Hautstelle (senkrecht zur localen Spaltbarkeitsrichtung) in die *Vola manus* geführt wurde. Wir sehen den Anfang der Arterie bei A, nachdem sie bereits den Blutstrom für das Fett abgegeben hat. Sie wendet sich bogenförmig nach links, um sich dann in eine Anzahl von mehr oder weniger senkrecht gegen die Hautoberfläche emporsteigenden, für den Papillarstrom bestimmten Arterienästen B aufzulösen. Aus den Windungen des horizontalen Bogens entspringen seitlich und nach abwärts gerichtete Arterienzweige für den Schweissdrüsenstrom, der durch Confluenz der Capillaren, wegen dichter Lagerung der Drüsen, eine horizontal ausgebreitete Stromebene bildet. Auch der Blutstrom für das Fett ist hier in einer horizontalen Schichte ausgebreitet und zwar aus demselben Grunde, wie der Schweissdrüsenstrom, weil der grosse Fettreichthum die Veranlassung zur Verschmelzung der ursprünglich getrennten, selbstständigen

Capillarterritorien abgab. Wir haben es auf unserem Bilde unterlassen, die Blutgefässe für das Fett zu zeichnen und begnügten uns nur mit der blossen Andeutung seines Abstandes vom Schweissdrüsenstrome u. zw. deshalb, weil der Verlauf der Fettarterien durch die Fettschichte nicht in der Schnittebene unseres Präparates lag, wir daher gezwungen gewesen wären, nur eine dicke Schichte von Capillaren nebst Netzen von kleinen Arterien- und Venenzweigen, jedoch ohne Verbindung mit dem Hauptstamme zu zeichnen, eine Darstellung, die, ohne zur Deutlichkeit etwas beizutragen, das Bild nur unnöthig vergrössert haben würde. Da nun der Papillarstrom immer horizontal ausgebreitet ist, so werden wir, man möge das Messer in welcher Richtung immer an das erwähnte Hautstück ansetzen, in jedem Präparate *Stücke der drei horizontalen Blutstromschichten* erhalten. Anders verhält es sich aber mit den, diese Blutstromschichten zu einem Ganzen verbindenden grossen Gefässästen. Da von ihnen namentlich die Arterien grössere Territorien zu versehen haben und dabei, zumal innerhalb der zwei tiefen Blutströme meist einen geschlängelten Verlauf nehmen, dessen Windungen nach verschiedenen Richtungen ausgebogen sind, so gelingt es selten, ein *grösseres Stück der Gesamtblutbahn*, eine Circulationsebene im Präparate zu erhalten, man muss vielmehr den Zusammenhang des Hautkreislaufes an diesen Stellen aus einer Serie paralleler Präparate zusammenstellen. Mir gelang es wenigstens nie, trotz der überaus grossen Anzahl angefertigter Präparate, in der Vola manns und Planta pedis einer anatomisch so vollkommenen Circulationsebene ansichtig zu werden, wie sie z. B. Fig. XII darstellt. Auch die Sammelvenen verlaufen mit den dazu gehörigen Arterien nicht in einer *bestimmten* Ebene. Selbst wenn die Arterien- und Venenstämme stellenweise einen mehr *geneigten* Verlauf durch die Hautdicke einhielten, war es trotzdem unmöglich, eine, zur localen Anordnung des Hautgerüstes in bestimmten Verhältnissen stehende, grössere Ebene zu entdecken, die uns, falls der Schnitt in ihr geführt worden wäre, eine mehr übersichtliche Ausbreitung der Gefässschlinge der Haut vor die Augen gebracht hätte.

Anders ist es in den Hautstücken der zweiten Kategorie, wo man auf *grösseren Strecken scharfe, gleichförmige Spaltbarkeit*

antrifft. Als Beleg mögen die Fig. X und XII dienen. In Fig. X ist der Schnitt in der Spaltbarkeitsebene geführt. Ein solcher Schnitt zeigt uns vor allem *Querschnitte* der *grösseren Hautgefässe* a. Fig. XII gibt uns das Bild eines Abschnittes (Beuge-seite des Vorderarmes), dessen Ebene mit der Querebene an der Hautoberfläche unter einem Winkel zusammenstösst. Der Schnitt wurde so bereitet, dass man die Schneide des Messers im Zwischenraume zwischen zwei Haarbälgen ansetzte, und nun die Klingensfläche nicht der Querebene, sondern der Einsenkungsebene der Haarbälge parallel führte. Hier entwickelt sich, im Gegensatze zu den Gefässquerschnitten auf Fig. X die Ramification von im Zusammenhange stehenden Circulationsebenen, in welchen die Arterien auf die Sammelvenen herabsteigen. Offenbar werden alle anders geführten Schnitte in diesem Hautstücke nur mehr oder minder unvollständige Bruchstücke von der Verästelung der Haut-Gefässschlinge zur Anschauung bringen, denn eine jede mit der Papierebene der Fig. XII irgend einen Winkel bildende Schnittebene, besonders aber jene in senkrechter Richtung zu ihr geführte (die Spaltbarkeitsebene), wird eine grössere Anzahl von Gefässquerschnitten, dafür weniger zusammenhängende Ramificationen aufzuweisen haben. Führt man dagegen auf Fig. X einen senkrechten Schnitt und zwar etwa in der Weise, dass man entweder direct den Haarbalg in zwei Längshälften spaltet, oder so, dass der Schnitt längs der Grenze zwischen Haarbalg und Hautgerüste geführt wird, oder überhaupt eine der Haarneigung mehr minder parallele Richtung einhält, so werden, worauf bereits die Gefässquerschnitte in Fig. X hindeuten, die Ramificationen der Circulationsebene in verschieden vollständigem Umfange aufgedeckt werden.

Ich will hiemit nicht die Behauptung aufstellen, dass ein *jeder*, in der eben erörterten Richtung durch ein injicirtes Hautstück geführter Schnitt unfehlbar die Uebersicht einer Circulationsebene zu Tage fördern müsse, aber Jeder, der sich der mühevollen Arbeit unterziehen will, die gesammte Topographie der menschlichen Haut mit Rücksicht auf ihren Blutstrom durchzumustern, wird mir schliesslich beipflichten, dass die eben angeführte Schnitttrichtung die geeignetste sei, um sich ein deutliches Bild von dem Zusammenhange der Hautgefässe zu verschaffen.

Wir haben also gesehen, dass die Lage der Circulations-ebene und die örtliche Spaltbarkeit der Haut in der That in einem bestimmten Nexus mit einander stehen, und zwar: nimmt in der nicht scharf oder ungleichförmig spaltbaren Haut die Ausbreitung der Circulationsfläche ab und eine ebenfalls unregelmässige Gestalt an, während bei scharfer und gleichförmiger Spaltbarkeit der Blutstrom der zusammengehörigen Blutgefässschlinge eines Hautbezirkes mehr in einer ebenen Fläche auseinander gefaltet erscheint, die zur localen Spaltbarkeits-ebene mehr minder senkrecht stehend, der Haarrichtung ungefähr parallel geht, also mit der Hautoberfläche spitze Winkel bildet.

Dieses Verhalten deutet darauf hin, das beides: Spaltbarkeit der Haut und Lagerung der Circulationsebenen innerhalb derselben, von gleichen ursächlichen Momenten abhängen. Um über diese Abhängigkeit in's Klare zu kommen, muss man neuerdings in's Auge fassen, was wir oben über die Häufigkeit des Auftretens *verschiedener unsymmetrischen Arten von Hautgeflecht*, deren Spannung, da vereint die verschiedene locale Spaltbarkeit bedingen, gesagt haben.

Wir haben die Behauptung aufgestellt, es combinire sich in der Spaltbarkeitsrichtung eines Hautstückes am häufigsten auf der einen[Seite eine *grössere* Zahl von Bindegewebsbündeln mit stärker *geneigter* Richtung ihres Verlaufes zur Hautoberfläche, und es beeinflusse diese Combination im gespannten Zustande die Gruppierung des Hautgerüsts und seines Inhaltes derart, dass die Haare, Drüsen und Kreislaufsebenen gegen den subcutanen Ursprung der *zahlreicheren* und *geneigteren* Hautfasern hinneigen. Haare und Schweissdrüsen, als Gebilde von linearer Ausdehnung ohne Verästelung, werden in der Spaltbarkeits-ebene liegend angetroffen werden müssen; die zu einem Ganzen verbundenen Gefässverästelungen, flächenhaft ausgebreitet, werden zur Spaltbarkeits-ebene mehr minder senkrecht gestellte Circulationsebenen bilden, weil sie der nach Obigem besonders in der Tiefe blättrige Bau der Haut dazu zwingt. Und in der That, ein Blick auf unsere schematische Figur 1 pag. 11 belehrt uns über diese Wirkung des Hautgerüsts zur Genüge. Nehmen wir an, die Seite c f d repräsentire den Ursprung der *zahlreicheren* und *geneigter* zur Hautoberfläche aufsteigenden Hautbündel, so dass

z. B. von cfd 10 Bündel, von aeb nur 2 Bündel sich durchkreuzend zum Papillarthelle emporsteigen: dann nimmt die Haut-Textur den Ausdruck eines blätterigen Gefüges an, dessen Ebenen der Verlaufe ebene der Fasern cfd parallel sind. Es ist dann nur eine weitere Consequenz dieser Lagerung des Hautgerüsts und seiner Spannung, wenn die Blutgefäßverästelungen, zumal in der Pars reticularis cutis, zwischen die Blätter desselben aufgenommen, also das Blut in Circulationsebenen gedrängt wird, die der Verlaufe ebene der Blätter parallel liegen. Auch am Hautmodelle lässt sich dieses Verhalten demonstrieren, wenn man, bevor noch das künstliche Hautgerüst in der oben erwähnten Weise geflochten und gespannt wird, ein z. B. aus rothen Fäden geflochtenes nach verschiedenen Richtungen ausgebreitetes grob- und feinmaschiges Netzwerk zwischen Rahmen und Tischplatte befestigt. Seine Lagerungsebene folgt dann im Allgemeinen der Richtung der dichter stehenden, gespannten Schnurreihen.

Die andere, pag. 76 erwähnte Art von unsymmetrischer Anordnung des Hautgerüsts ist jene, wo auf der einen Seite der gespannten Hautschleife relativ *kurze* Bindegewebsstränge die Richtung des Gerüsts und seines Inhaltes beherrschen. In solchen Hautstücken ist die Lage der Circulationsebene unregelmässiger, hier fällt meist auch die Haarrichtung nicht mit der Spaltbarkeitsrichtung zusammen, sondern bildet mit ihr verschiedene Winkel. Trotzdem werden auch hier jene Schnitte, die parallel der Haarneigung geführt sind, noch die besten Bilder des Gefäßzusammenhangs liefern.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. III. Präparat, genommen aus der Backengegend der Gesichtshaut des Menschen. Flachschnitt, geführt durch das obere Drittel der Pars reticularis. Die Binde- und die Kittsubstanz sind durch Kochen in einem Gemische von Alkohol und 0·8 pCt. HCl und nachträgliches Auswässern entfernt, so dass nur die Durchschnitte der Talgdrüsen a mit den darin befindlichen Härchensegmenten, dann die, in der Papierebene sich unregelmässig verflechtenden Muskelnetze b und schliesslich die elastische Substanz, welche als ein dichtes feines Netz c die Muskeln und Talgdrüsen einschliesst, übrig geblieben ist. Die Muskeln sind mit Carmin leicht gefärbt.

Fig. IV. Ein senkrechter Durchschnitt der Haut aus derselben Gegend, wie Fig. III. Die Binde- und Kittsubstanz sind erhalten, das Präparat mit Essiglycerin aufgeheilt. E Epidermis; a Haarbalg-Talgdrüsen; P Pars papillaris cutis; K Pars reticularis; b Muskelnetze; g mit Berlinerblau und Leim injicirte Blutgefässe; s Schweissdrüsen; Fettzellen. Die Muskeln sind mit Carmin mässig gefärbt.

Fig. VII. Ein Flachschnitt durch die Haut des Vorderarmes, wobei die Messerklinge in schief horizontaler Lage der Haareinsenkungsebene entlang geführt wurde. E Epidermis; H Haarbalg mit dem Haare; M Hebelmuskel; A Ausführungsgang, K Knäuel einer Schweissdrüse, B eine Anzahl kürzerer Bindegewebsbündel, die theils gegen den Vereinigungswinkel des Muskels mit dem Haarbalge verlaufen, theils aber auch nach anderen Richtungen Bündelchen abzweigen, hier z. B. bei b. Alles, was dieses Convolut kürzerer Hautfaserbündel umfasst, zieht es, weil stärker als die übrigen Fasern gespannt, in der Richtung seines subcutanen Ursprunges, hier die Hebelmuskelvorrichtung und den Schweissdrüsenknäuel, so dass der Ausführungsgang mit letzterem unter einem stumpfen Winkel geknickt erscheint.

Fig. VIII. Ein schief geführter Flachschnitt durch die Haut der Hohlhand, der bei a mit den Papillen anfängt und bei b am tiefsten in das Cutisgewebe eingedrungen ist. Bei a sind die Gefässschlingen der Hautpapillen sichtbar, bei c — c' c — c' die oberflächlichen länglichen Maschen des Schwellnetzes, welche die Richtung der Hauttriften c — c' einhalten; bei d bemerkt man die tieferen, gröberen 4eckigen Maschen des Schwellnetzes, aus welchen bei e, im Querschnitte sichtbar, nach abwärts führende Venenstämmchen hervorgehen. Auffallend ist überall die grosse Differenz zwischen dem arteriellen und venösen Gefässquerschnitte.

Fig. IX. Ein Präparat, welches die Uebersicht über die Capillaren des Haarbalges gestattet. Das Präparat ist der behaarten Kopfhaut des Menschen entnommen und aus einem Hautstücke gewonnen, das vorher injicirt, in Alkohol gehärtet und dann in dickere mikroskopische Abschnitte zerschnitten wurde. Die Abschnitte kochte ich nach vorheriger Aufquellung im Wasser in Alkohol und HCl und entfernte durch Auswässern die gesammte Bindesubstanz daraus. Es blieb zurück das elastische Gewebe E des Hautgerüsts aus der Umgebung des Haarbalges, f das elastische Gewebe der Faserhäute, g die Glashaut des Haarbalges (hier stark gefaltet und geschrumpft), W die Wurzelscheiden und H das Haar, welches vom Grunde des Haarbalges abgehoben ist. Die Capillaren des Haarbalges C umstricken ihn in Gestalt von flachen Netzen, sie liegen zwischen den beiden Faserhäuten desselben, so dass sie zunächst die innere, verfilzte umspinnen und von der äusseren, längsfaserigen, vollständig bedeckt werden. Aus diesem Grunde muss man, um sie im Zusammenhange ersichtlich zu machen, den collagenen Bestandtheil der Faserhäute entfernen. An unserem Präparate sieht man also die eingestülpte Glashaut von den flachen Netzen der Haarbalgcapillaren umspinnen und darüber das zarte elastische Netz der Faserhäute ausgebreitet. Das in den Capillaren strömende Blut ergiesst sich nach aufwärts in gemeinschaftliche Venenstämmchen, V. des Papillarstromes. P eine vom Grunde des Haarbalges losgerissene Capillarschlinge der Haarpapille.

Fig. X. Ein Präparat aus einem scharf spaltbaren Hautstücke der Streckseite des Vorderarmes. Der Schnitt ist in der Spaltbarkeitsrichtung geführt, legt die Spaltbarkeitsebene bloss, in welcher die Haare mit ihrer Längsaxe und Segmente von Schweissdrüsen S liegen. Von den Blutgefässen sieht man: a Querschnitte von grösseren Arterien und Venen; b die Capillaren und kleinen Blutgefässzweige des Papillarblutstromes, c Capillaren und kleine Blutgefässstämmchen des Haarbalgstromes, S Capillaren und feine arterielle und venöse Verästelung des Schweissdrüsenstromes. Aus diesen fragmentarischen Blutgefässen und ihrer Vertheilung im Hautgerüste der Spaltbarkeitsebene ist ersichtlich, dass ein Bild ihres Zusammenhanges, eine Circulationsebene, in anderen Ebenen des Hautraumes zu suchen sei, hier in einer Ebene, die man in diagonalen, der Haareinigung parallelen Richtung, etwa x—y, senkrecht auf die Papierebene gelegt denkt.

Fig. XI. Senkrecht geführter Schnitt durch die Dicke der Haut der Vola manus. Die Arterien sind mit Ferrocyankupfer, die Venen mit Berlinerblau injicirt. Die Epidermis abgelöst, wesshalb die Papillen frei liegen. Das Präparat ist in Damarfirniss eingeschlossen, wesshalb man weder das gangliöse Nervengeflecht bei N, noch die Schweissdrüsenknäuel bei S, noch den Ausführungsgang bei a gewahrt. Von Blutgefässen tritt die Hautarterie, nachdem sie bereits das Fett mit Blut versehen hat, bei A in das Sehfeld. Der Schweissdrüsenstrom ist weggelassen, sein Abstand von den Blutgefässen der Schweissdrüsen durch die Fettmassen F blos angedeutet. Im Sehfelde angelangt, gibt die Hautarterie Zweige für den horizontal aus-

gebreiteten Schweissdrüsenblutstrom S ab und zerfällt dann in die für den Papillarstrom bestimmten Zweige B. G Capillaren für die Gefässscheiden; N für Ganglien einschliessende Nervenverästelungen; a für den Ausführungsgang der Schweissdrüse. P Papillarblutstrom mit Andeutungen seiner venösen Netze V.

Fig. XII. Haut von der Beugeseite des Vorderarmes. Der Schnitt geführt in diagonaler Richtung, senkrecht auf die Spaltbarkeitsebene (S. x—y Fig. X). Die Arterien mit Eisenoxydhydrat, die Venen mit Berlinerblau injicirt. Das Präparat gibt uns eine Ansicht der Circulationsebene. A horizontal verlaufende grössere subcutane Arterienstämme; a Hautarterien, welche durch die Zweige b das cutane Fett ernähren; S Schweissdrüsenblutstrom; P Papillarblutstrom; N. venöse Netze, nach innen Arcaden bildend, aus welchen sich die Sammelvenen der Haut V entwickeln, die, nachdem sie das Blut sämtlicher Partialströme der Haut gesammelt, in die horizontalen subcutanen Venen H einmünden.

Fig. XIII. Haut aus der Wangengegend. Flachschnitt, der in der Pars papillaris cutis so geführt wurde, dass nur die äusserste Hautschichte mit der Epidermis entfernt ist. Ueberall gewahrt man Talgdrüsen mit Wollhaaren, die nur von schmalen Zügen capillär vascularisirten Hautgewebes getrennt sind. Die Venenwurzeln beginnen hier nicht erst tiefer, d. h. in der Pars reticularis cutis, sondern liegen sehr oberflächlich.

Fig. XIV. Eine Hautpapille von der Volarfläche eines Fingers. (Ocul. III, Syst. X Hartnack). Die Haut vorher mit Chlorgold behandelt, dann in etwa 5% Essigsäure kurze Zeit gekocht und in derselben Flüssigkeit frisch untersucht. Die Epidermis abgelöst. In der Papille liegen zwei capillare Schlingen, ihr Endothel hat Gold gefällt, ist röthlich gefärbt. Nur am Schenkel a deutet die Zeichnung dieses an, sonst ist das Endothel nur contourirt. N ein Nervenzweig, der sich in Gemeinschaft mit noch anderen, von rechts hinzutretenden Nervenfibrillen, in der Papille verästigt. Die Zahl der Nervenfibrillen in der Papille war viel grösser, worauf die vielen wie abgerissen aussehenden Fäden deuten. Es waren Nervenfibrillen, die sich der Papillaroberfläche zuwendeten, und wurden, als in unserem Falle nicht maassgebend, der grösseren Deutlichkeit wegen in der Zeichnung weggelassen. Gezeichnet wurde die Fibrille n, die sich mit einer länglichen, feinkörnigen Verdickung an die Capillarschlinge anlegt, und o, die mit einem Ende auf ähnliche Weise auf der vom Beschauer abgewendeten Seite mit der Capillarschlinge verbunden ist. Ihr anderes Ende, frei in die Papille hineinragend, mag wohl nur von der Capillare durch die Präparation abgelöst worden sein. Die Nervenverästelung p und ihr etwaiges Verhältniss zur zweiten Capillarschlinge ist nicht mehr zu deuten.

Die Zeichnung des letzten Präparates verdanke ich der besonderen Güte des Herren Prof. der Botanik E. Borščow in Kiew; sämtliche übrigen Präparate sind von Herrn Dr. Heitzmann in Wien gezeichnet.



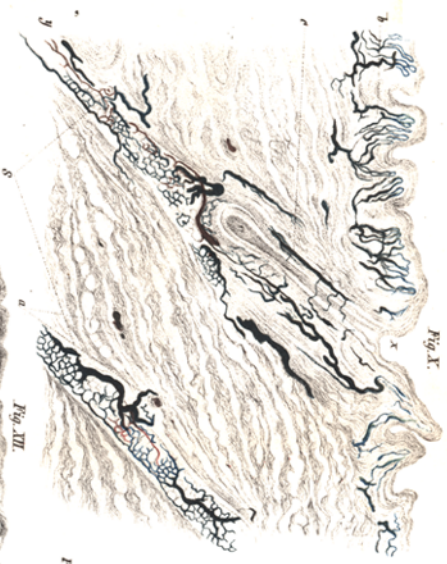


Fig. X.

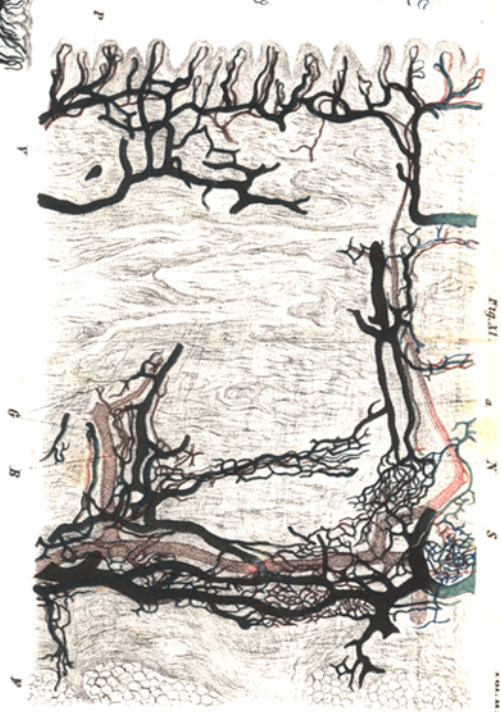


Fig. XI.



Fig. XII.

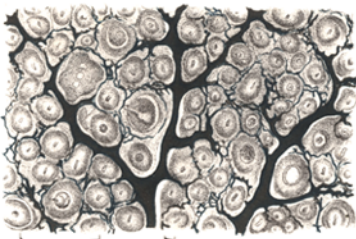


Fig. XIII.

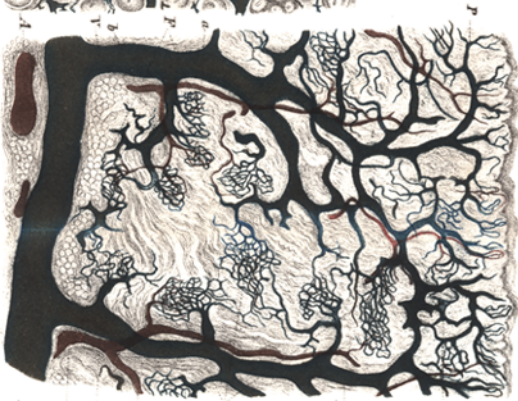


Fig. XIV.

