universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

# Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

## Handbuch der Physiologie des Menschen

in vier Bänden (und einem Ergänzungsbande)

Physiologie der Drüsen, Physiologie der inneren Sekretion, Harn-, Geschlechts- u. Verdauungsorgane

**Boruttau, Heinrich**

**1907**

Die Absonderung des Hauttalgs und des Schweißes. Von R. Metzner

urn:nbn:at:at-ubi:2-5920

# Die Absonderung des Hauttalgs und des Schweifses

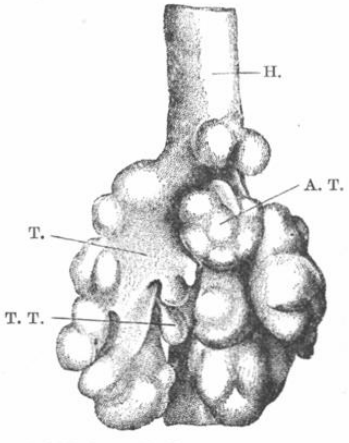
von

R. Metzner.

## Die Absonderung des Hauttalgs.

Die Erhaltung ihrer geschmeidigen Beschaffenheit, der Schutz gegen die Atmosphärilien wird der Haut gewährleistet durch stetige Einfettung. Über die ganze Körperoberfläche, soweit sie behaart ist, also nur mit Ausnahme der Volar- und Plantarflächen von Hand und Fuß, der Dorsalseite der dritten Phalangen sowie der Glans penis, sind die Drüsen, welche dieses Fett, den Hauttalg, absondern, verbreitet. Hinzuzurechnen sind: die Präputial-, Anal- und Inguinaldrüsen, die Bürzeldrüsen der Vögel, die Ohrenschmalzdrüsen, sowie auch die Harderschen Drüsen. Ebenso wie ihr Vorkommen der Hautbehaarung entspricht, ist auch die Einpflanzung der Talgdrüsen mit wenigen Ausnahmen an die Haare gebunden. Jedes Haar oder jede Haargruppe ist in der unteren Hälfte des Coriums von einer Talgdrüsengruppe umlagert, deren Ausführungsgänge etwa in der Mitte der Lederhaut in den Haarfollikel münden. Von den unbehaarten Körperteilen besitzen die Grenzbezirke gegen behaarte Körperteile Talgdrüsen bzw. Talgdrüsenconglomerata mit besonderem Ausführungsgang, der eine mittlere Weite von 75 $\mu$ hat. Darunter sind zu nennen die Mund-, Nasen-, Anal- und Geschlechtsöffnungen, für erstere das Lippenrot (Kölliker), Schleimhaut der Mundhöhle (Montgomery), für letztere inneres Blatt der Vorhaut, *Glans penis* und *Labia minora*; außerdem die Brustwarzen. Bauer[1]) hat die Form dieser Drüsengruppen mit Hilfe der Bornschen Plattenmodelliermethode festgestellt, desgleichen ihre Beziehungen zum

Fig. 119.



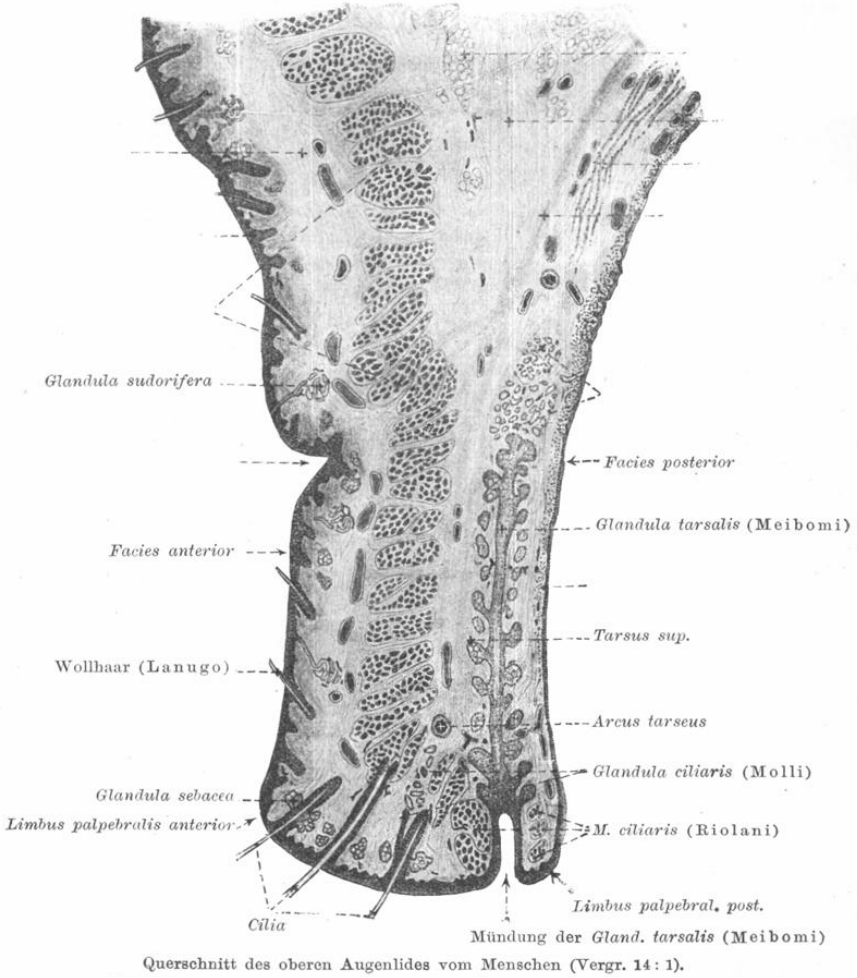

Modell einer Talgdrüsengruppe eines Kopfhaares.

*H.* Haarfollikel. *T.* Talgdrüse. *T. T.* tubulöse Drüse. *A. T.* alveoläre Drüse. Nach K. Bauer aus Rabl, Handb. d. Hautkrankheiten von Mraček, Wien 1901, p. 75, Fig. 38.

[1]) Morphologische Arb., herausgeg. von Schwalbe, 3, 439 ff., 1894.

elastischen Gewebe der Cutis und zum *M. arrector pili*. Die Form der Drüsengruppen ist aus vorstehender Abbildung ersichtlich, die eine solche von einem Einzelkopfhaar darstellt. Die Drüseneinheiten sind in der Minderzahl flaschenförmig (tuboalveoläre Einh.), in der Mehrzahl beerenförmig (alveoläre Einh.); sie münden mit kurzen Hälsen in den gemeinsamen Ausführungsgang, der zum

Fig. 120.

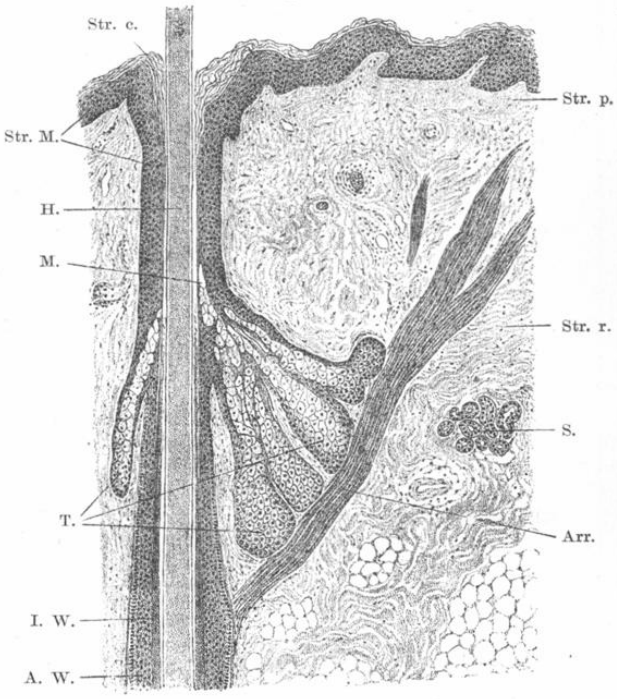



Querschnitt des oberen Augenlides vom Menschen (Vergr. 14 : 1).
Nach H. Sattler aus Spalteholz, Atlas 3, 796, Fig. 872, Leipzig 1903.

Haarfollikel führt. Sehr stark ausgebildet — doppelt so lang und so breit als in der Kopfhaut — sind sie an der Nase; die größte Längserstreckung erreichen sie in den Meibomschen Drüsen des Augenlides. Bauer (l. c.) gibt das Modell einer solchen vom oberen Lid. Hier ist der lange, gerade Ausführungsgang dicht besetzt mit alveolären Endgruppen, die in ihn münden (vgl. Bauer, Fig. 6, Taf. XXI und nebenstehende Figur); kurz vor der Mündung biegt der Ausführungsgang von seiner zum Lidrande senkrechten Rich-

tung ab gegen die Conjunctivalseite des Lides zu, an dessen innerer Kante er mündet. Oberhalb der Biegung ist der Gang spindelförmig erweitert (siehe unten). Um die Haarbälge, sowie um ihre Drüsen sind Scheiden und Körbchen feiner elastischer Fasern geflochten, dem feinfaserigen Filz der Haut angehörend [1]), der wiederum an das weitmaschige Netz aus grobknorrigen elastischen Fasern angeschlossen ist. Die elastischen Faserkörbchen am Talgdrüsenfundus hängen an einem festen Ring aus elastischen Fasern, der den engen Halz umzieht; sie hängen aber andererseits ebenso mit den elastischen Faserscheiden zusammen, welche den *M. arrector pili* umkleiden, bzw. durchflechten. Dieser Muskel zieht mit seinem aus mehreren Bündeln bestehenden Haarende an den Talgdrüsen vorbei, zum Teil Furchen in ihre untersten Teile eindrückend. Diese Furchen sind vornehmlich ausgeprägt an den Talgdrüsen der Nasenflügel (vgl. Bauer, Figg. 4 u. 5, Taf. XX), wo die tiefsten Drüsenalveolen in die Platte des *M. nasalis* eingesenkt sind und aufsteigende Muskelbündel die Peripherie der Drüse umziehen. Auch hier sind elastische Faserkörbe um die Drüsen gelagert, die in innigem Zusammenhange stehen mit dem elastischen Fasernetz des Muskels.

Fig. 121.




Austrittsstelle eines Haares; Kopfhaut eines Hingerichteten (Vergr. 50).

*H.* Haar. *I. W.* innere Wurzelscheide. *A. W.* äußere Wurzelscheide. *T.* Talgdrüse. *M.* Mündung derselben. *Arr. Arrector pili. Str. c. Stratum corneum. Str. M. Stratum Malpighi. Str. p. Stratum papillare corii. Str. r. Stratum reticulare corii. S.* Schweißdrüse. Nach Rabl aus Mračeк, Handbuch der Hautkrankheiten, Fig. 36, p. 74, Wien 1901.

An den Meibomschen Drüsen (vgl. Modell dieser Drüse des oberen Lides bei Bauer und hier Fig. 120 nach Sattler) umfaßt der *M. tarsalis sup.* (Syn. M. Riolani, *M. ciliaris*) die untersten Alveolengruppen und die spindelförmige Auftreibung des Ausführungsganges (das Sekretreservoir). Starke elastische Faserzüge teilen den Muskel in einzelne

[1]) Ich folge hier der Beschreibung Bauers (l. c.), welcher neben seinen eigenen Präparaten die Arbeiten seiner Vorgänger als Unterlage der Darstellung benutzt. Über diese Arbeiten von Sederholm, Unna, Hesse, Kölliker, Eyland, Lister, J. Neumann, Balser, Diesing, Tomsa u. a. vgl. das Nähere bei Bauer.

Bündel; diese Züge gehen in das feine Fasergerüst des Tarsus über, und ebenso sind sie mit den elastischen Systemen verwoben, welche die Meibomschen Drüsen umgeben.

Die geschilderten Zusammenhänge erlauben den Muskeln, bei ihrer Kontraktion als Expressores sebi zu wirken. Für die *Mm. arrectores pilorum* ist zu beachten, daß ihr oberes Ende — Hautende — sich in mehrere Zipfel spaltet, die mit groben und feinen elastischen Sehnen in die obersten Cutislagen dicht unter dem subepithelialen elastischen Netz über einen breiten Raum einstrahlen, dabei eine mehr der Hautoberfläche parallele Richtung gewinnend. Bei einsetzender Kontraktion des Muskels wird die breite gespannte Hautpartie bald zum *Punctum fixum* werden, der Zug des Muskels an den elastischen Drüsenkörben wird deren Inhalt auspressen, wobei der starke Ring des Halses letzteren offen hält; zugleich wird sich das Haar aufrichten.

Für den quergestreiften *M. nasalis*, dessen Fixpunkte an den Alveolen der entsprechenden Zähne liegen, ist neben seiner Wirkung auf die Nasenflügel bzw. Nasenlöcher ein ähnlicher Kompressionseffekt auf die Talgdrüsen gegeben. Der *M. tarsalis* muß bei seiner Kontraktion das spindelförmige Sekretreservoir der Meibomschen Drüsen auspressen. In der freien Mündung wird immer ein Talgpfropf verbleiben und diese luftdicht verschließen; beim Nachlassen der Muskelkontraktion werden die gespannten elastischen Fasern einen allseitigen Zug auf die Drüse ausüben, damit einen negativen Druck erzeugend, der dann Sekret aus den Alveolen zum Vorrücken bringt.

Das Nachrücken von Sekret aus dessen Bildungsstätten im Alveolus wird natürlich auch ohne Beihilfe von Muskeln stets Talg aus dem Ausführungsgang hervortreiben, daneben wird aber auch die Lagerung der Drüsen — wie bei Inguinal- und Analdrüsen — zwischen bewegten Körperteilen der Auspressung günstig sein. Die Bürzeldrüsen werden vom Vogel mit dem Schnabel ausgedrückt und dann mit diesem das Gefieder eingefettet.

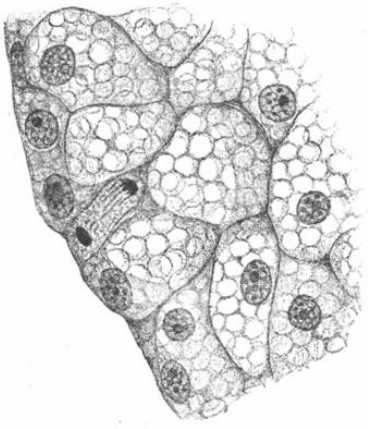
## 1. Histologie der Drüsen.

Der Bau eines Düsenalveolus ist leicht zu übersehen; eine mehrfache Lage von polyedrischen Zellen kleidet ihn aus, im Innern einen Raum frei lassend, der das Sekret enthält. Die äußerste Zelllage des Fundus besteht aus niedrigen Zellen, die in lebhafter Teilung begriffen sind (vgl. Bizzozero und Vasale[1]). Weiter nach dem Innern zu folgen Zellen, welche einen deutlich wabigen (oder netzförmigen) Bau des Protoplasmas darbieten, in dessen Lücken Körnchen liegen, die mehr oder weniger Fettreaktion zeigen. Je weiter man nach dem Innern vordringt, um so dünnwandiger wird das protoplasmatische Maschenwerk, um so größer die stark lichtbrechenden Körnchen oder Tröpfchen. Gegen den Ausführungsgang zu sieht man dann nur noch Zelltrümmer, plattgedrückte Kerne enthaltend; zuletzt schwinden auch diese, und im Ausführungsgang findet man nur noch eine bröcklig-schmierige Masse, welche in den Hohlraum des Haarbalges geschoben und mit den abgelösten Zellen der inneren Wurzelscheide sowie den Hornzellen des Haartrichters nach außen befördert wird. An größeren Drüsenkonglomeraten, wie z. B. der Clitorisdrüse der Maus, lassen sich die Vorgänge recht gut darstellen und

[1]) Mediz. chir. Zentr.-Bl. Wien 1884, S. 77 u. 179.

übersehen. Beistehende Figur gibt das Bild einer solchen Drüse, wie es von Altmann[1]) durch Osmierung erhalten wurde. Es ist begreiflich, daß die naheliegende Deutung, es handele sich um eine fettige Degeneration der Zellen, die Talgdrüse sei also eine Drüse, deren Sekret allein durch fettige Metamorphose der Zellen selbst entstünde, gern allseitig angenommen wurde (vgl. auch Heidenhain l. c.). Altmann (l. c.) jedoch faßte den Vorgang so auf, daß die Körnchen (Granula) durch assimilatorische Tätigkeit sich mit Fett und fettähnlichen Stoffen beladen, die von außen her der Drüse zugeführt werden. Plato[2]) und in Fortführung seiner Arbeiten Marg. Stern[3]) sind für die Bürzeldrüse ebenfalls zu der Anschauung gelangt, daß nicht eine fettige Degeneration (Metamorphose) der Zellen vorliegt, sondern daß das Fett von außen zugeführt werde; die Zellen der Talgdrüsen, bzw. die Körnchen derselben würden chemische Umwandlungen des Fettes vollziehen, dabei selbst zugrunde gehen und ausgestoßen werden. Über die Bestätigung dieser Annahme auf chemischem Wege durch Plato, Röhmann u. a. siehe unten. Ihre Berechtigung, die Bürzeldrüse (*Glandula uropygii*), die einzige Hautdrüse der Vögel, für diese Untersuchung heranzuziehen und die Ergebnisse auf die menschlichen Talgdrüsen zu übertragen, leiten die Untersucher einmal ab aus der großen anatomischen und physiologischen Ähnlichkeit, zum anderen auch daraus, daß sie nach den Untersuchungen von Rolly, Kossmann[4]) und Plato (l. c.) auch entwickelungsgeschichtlich sich wie die Talgdrüsen der Säugetiere verhält. Die Bürzeldrüse ist eine tubulöse Drüse, die Tubuli konvergieren gegen einen zentralen Hohlraum, der an der Spitze in einen Ausführungsgang übergeht. An jedem Tubulus lassen sich drei Zonen unterscheiden: die erste, distalste Zone, in

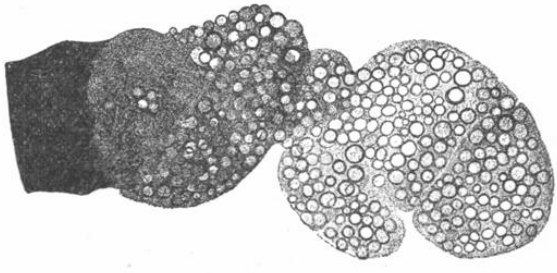
Fig. 122.



Partie einer Talgdrüse (Vergr. 530).

Die Zellen am linken Rande = oberflächliche Zellen; die rechts gelegenen Zellen mehr der Alveolenmitte genähert. Nach Rabl, Handb. d. Hautkrankh. von Mraček, Fig. 39, p. 77.

Fig. 123.



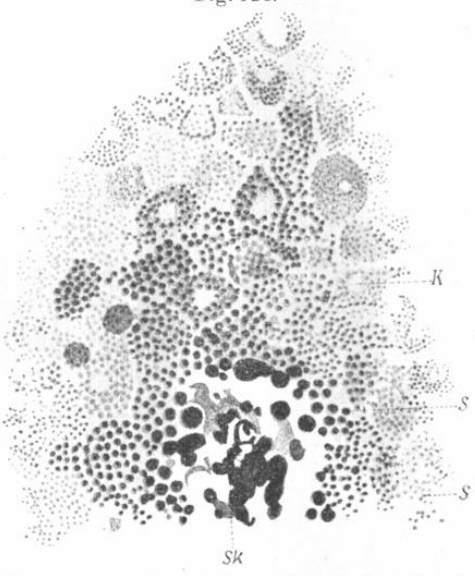
Präputialdrüse der Maus.

Härtung in $OsO_4$-KB-Gemisch, in Paraff. geschnitten und in Paraff. liquid. eingelegt. Nach Altmann, Elementarorganismen, Leipzig 1894, p. 109, Fig. 6.

[1]) Elementarorganismen, 2. Aufl., Leipzig 1894, S. 109. — [2]) Verh. d. Deutsch. dermatolog. Ges. Breslau 1901. — [3]) Arch. f. mikr. Anat. 66 (1905). — [4]) Zeitschr. f. wissensch. Zool. 21 (1871).

der sich zahlreiche Mitosen finden, zeigt Zellen von gleichem Bau wie in den Talgdrüsen der Haut; sie enthalten in ihren Protoplasmamaschen stark lichtbrechende, mit alkalischem Scharlachrot sich lebhaft färbende Körnchen (Altmanns Granula), die von der Peripherie aus gegen die Mitte um das Drei- bis Vierfache an Größe zunehmen. Sie wurden von Plato als lipophore Körnchen bezeichnet, Stern (l. c.) nennt sie Sekrettröpfchen, da sie schon eine Umwandlung erfahren haben. Färbt man nämlich Gefrierschnitte der Drüse mit einem Gemisch von Scharlachrot und Osmiumsäure, so findet man in den äußersten Zellreihen noch eine zweite Art Körnchen mit Osmiumreaktion, die besonders dicht neben dem Kern liegen. Diese „lipoiden Körnchen" (Stern) werden nach dem Lumen des Tubulus zu spärlicher; sie sind nicht so leicht löslich in Alkohol, Xylol, wie die Sekrettröpfchen. Im Innern der ersten Zone liegt etwas Sekret, das teils rot, teils schwarz gefärbt ist. In der zweiten Zone findet man noch ebensoviele Mitosen wie in der ersten Zone, dagegen mehr zerfallende Zellen und eine größere Sekretmasse im Innern. Die Zellen der zweiten Zone sind aber weit protoplasmareicher als die der ersten Zone; statt der dort vorhandenen zarten Maschen (Waben) finden sich hier dichtere, breitere Maschen, Sekrettröpfchen bergend, die zum Teil widerstandsfähig gegen Alkohol und Xylol sind und in Alkoholpräparaten sich mit Hämatoxylin hellblau färben; sonst aber — an Gefrierschnitten nach Formolhärtung — zeigen sie Scharlachreaktion wie die der ersten Zone. In Scharlach-Osmium färben sie sich schwarz in toto oder nur an der Peripherie, im Innern rot — auch mit Safranin lassen sie sich nach Alkoholwirkung färben. Altmann (l. c.) fand in den großen Talgdrüsenkonglomeraten nach Osmierung ja ebenfalls Ringkörner (siehe auch Fig. 123 a. S. 389), die in der Peripherie Fett, im Innern Reste protoplasmatischer Substanz enthielten.

Fig. 124.

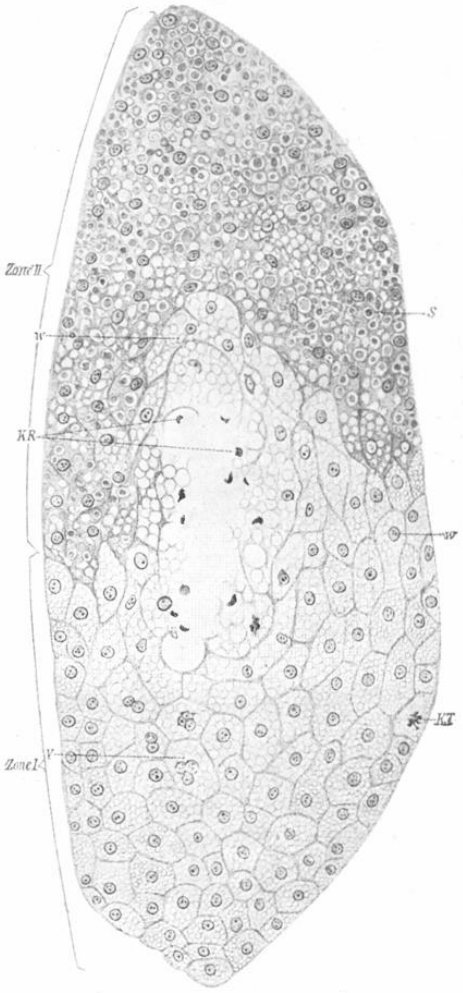



Halber, etwas schräg getroffener Tubulus (Zone I), aus der Bürzeldrüse der Ente.
Scharlachrotfärbung [im Original Körner (Sekrettröpfchen) und Sekret rot]. Öl-Immersion. *K* ungefärbter Kern. *S* Sekrettröpfchen, von außen nach innen wachsend. *SK* Sekret. Nach Marg. Stern, Arch. f. mikr. Anat. **66** (1905), Taf. 18, Fig. 8.

In Zone III, die dem gemeinsamen Ausführungsgang am nächsten liegt, zerfallen die Zellen immer schneller, das Sekret wird reichlicher. Während nun die lipoiden Körner nur in Zone I auftreten, die Sekrettröpfchen in Zone I und II, finden sich in allen Zonen, sowie im Sekret und im intertubulären Bindegewebe allerfeinste Fettkörnchen, die innerhalb der Zellen stets im Protoplasmanetz liegen.

Auf Grund des chemischen Nachweises, daß Nahrungsfett in das Sekret übergeht, nimmt Stern nun an, daß die Fettkörnchen durch den Blutstrom in die Drüse gelangen. Ein dichtes Netz von Blutkapillaren um die Tubuli hatte Kossmann (l. c.) durch Injektionen nachgewiesen. Ein Teil der Fettkörnchen geht unverändert in das Sekret über — Triglyceride lassen sich in ihm nachweisen (s. u.) —, die Hauptmenge aber wird umgewandelt derart, daß sich zuerst die lipoiden Körnchen und aus ihnen die Sekrettröpfchen bilden. Letztere entsprechen nach ihren Löslichkeitsverhältnissen dem chemischen Verhalten der Oktadecylester. Da die Sekretkörnchen sich nicht osmieren lassen, müssen in ihnen die Ester der Ölsäure fehlen oder ganz zurücktreten, da ja nach Altmann (l. c., S. 117) das Osmium nicht ein Reagens auf Fette im allgemeinen, sondern nur auf freie Ölsäure und auf Oleïn ist, wobei zu beachten, daß die ölsäurehaltigen Gebilde auch nach der Osmierung noch in Alkohol löslich sind. Die lipoiden Körnchen, welche sich noch osmieren lassen, bilden wohl eine Zwischenstufe in dem Prozesse der Umwandlung der Oleïne des Nahrungsfettes in die Ester des Oktadecylalkohols; ihre Färbbarkeit mit Safranin zeigt, daß sie zum Teil noch aus Eiweißsubstanzen bestehen. Stern schreibt also diesen Protoplasmagebilden ähnliche Eigenschaften zu, wie sie von Altmann (l. c.), Krehl[1]) und mir[2]) bei der Fettaufnahme bzw. bei den Fettumsetzungen an Protoplasma-Granulis beobachtet wurden.

Fig. 125.




Schräg geschnittener Tubulus aus der Übergangsstelle von Zone I zu Zone II (Bürzeldrüse der Ente). Hämatox. Färbung. Öl-Immersion. *KT* Kernteilung. *w* wabiges Protoplasma. *S* Sekrettröpfchen, zum Teil in Auflösung begriffen. *KR* Kerntrümmer. Nach Marg. Stern, Arch. f. mikr. Anat. **66** (1905), Taf. 18, Fig. 3.

Die Zellen der Bürzeldrüse bilden nach dem Vorstehenden ein charakteristisches Sekret aus Fett, das der Drüse von außen zugeführt wird; erst nachdem sich das Sekret in den Zellen angehäuft hat, zerfallen diese; Ähnliches gilt

[1]) Arch. f. Anat. (u. Physiol.) 1890, S. 97 ff. — [2]) Ebenda 1890, S. 82 ff.

wohl auch für die Hauttalgdrüsen. Es ist also nicht so sehr eine fettige Metamorphose der Zellen, sondern eine echte Sekretion, wenn auch mit Untergang der Zellen, so wir wir sie als partiellen Zellzerfall in der Harderschen Drüse oder in den Hautdrüsen der Amphibien, z. B. der sogenannten „Parotis" des Salamanders, finden.

## 2. Chemie des Hauttalgs.

Frisch abgesondert ist der Hauttalg eine ölige, halbflüssige Masse, die unter normalen Verhältnissen auf der Haut zu einem schmierigen Talg erstarrt; wie schon erwähnt, sind ihm immer Hornsubstanzen (Epithelien) beigemischt. Um größere Mengen zur Untersuchung zu erhalten, hat man den Inhalt großer Haut- bzw. Ovarialdermoidcysten (Sotnitschewsky [1]), Lieblein [2]), E. Ludwig u. v. Zeynek [3]), Linser u. a.), die *Vernix caseosa* (Ruppel [4]), das Sekret der Bürzeldrüse (de Jonge [5]), Plato (l. c.), Röhmann [6]), sowie den Wollschweiß, das Gemenge von Talg- und Schweißdrüsensekret aus der Schafwolle (Hartmann [7]), E. Schulze und Urich [8]), Liebreich [9]), Buisine [10]), Maumené [11]), E. Schulze [12]) Darmstädter und Lifschütz [13]), Siebert und Röhmann [14]) analysiert. In neuester Zeit haben Leubuscher [15]) und Linser [16]) auch reinen menschlichen Hauttalg direkt gesammelt und untersucht, indem sie Fließpapierstreifen (Leubuscher) auf die Haut auflegten oder dieselbe mit Petrolätherbäuschchen (Linser) abrieben. Für die Vergleichung der erhaltenen Resultate ist aber wichtig zu bedenken, daß nur aus der Bürzeldrüse, einigermaßen auch bei Leubuschers und Linsers Verfahren von der Haut ein Drüsensekret zur Untersuchung gelangte; in den anderen Fällen war dieses gemischt mit epidermoidalen Zellresten, Produkten des *Stratum germinativum* und der zu ihm gehörigen Haarscheiden usw.

Hält man sich die oben geschilderten histologischen Befunde vor Augen, so befremdet es nicht, wenn alle Untersucher übereinstimmend in den Ätherextrakten nur einen sehr geringen Gehalt an wirklichen Fetten (Triglyceriden) angeben. Dagegen sollen diese Sekrete vornehmlich Gemenge von Estern hochmolekularer Säuren und hochmolekularer Alkohole mit anderen, C- und H-reichen, aber O-armen Körpern noch unbekannter Natur sein (Röhmann, l. c.). Nachdem Hartmann (l. c.) im Wollfett die Cholesterinester entdeckte und Schulze und Ulrich (l. c.) die Tatsache bestätigten, hat Liebreich (l. c.) das Wollfett (Lanolin) genauer untersucht und hervorgehoben, daß es vornehmlich die Ester des Cholesterins seien, welchen die Hautfette ihre

[1]) Zeitschr. f. physiol. Chem. **4**, 345, 1880. — [2]) Ebenda **21**, 285, 1895. — [3]) Ebenda **23**, 38 u. 40 ff., 1897. — [4]) Ebenda **21**, 122 ff., 1895. — [5]) Ebenda **3**, 225, 1879. — [6]) Hofmeisters Beitr. z. chem. Physiol. **5**, 110 ff., 1904. — [7]) Inaug.-Dissert. Göttingen 1868. — [8]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. **5**, 1075, 1872; **7**, 570, 1874. — [9]) Virchows Arch. **121** (1890); Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1890, S. 363 ff.; Verhandl. d. Deutsch. dermat. Ges. **4** (1894) u. Berliner klin. Wchenschr. 1885. — [10]) Compt. rend. Paris **103** (1887); **107**, (1888); Bull. soc. chim. **2**, 46. — [11]) Compt. rend. Paris **103** (1887). — [12]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. **31**, 1200, 1898. — [13]) Ebenda **28**, 3133, 1895; **29**, 618 u. 1474 u. 2890, 1896; **31**, 97 u. 1122, 1898. — [14]) Zit. bei Röhmann, Zentralbl. f. Physiol. **19**, 318, 1905. — [15]) Verhandl. d. Kongr. f. inn. Med. 1899, S. 457 ff. — [16]) Habil. Schr. Tübingen 1904; Arch. f. klin. Medizin **80** (1905).

Resistenz gegen Bakterienzersetzung verdankten. Da aber Liebreich seine Ansicht hauptsächlich auf die Cholestolreaktion basierte, so machte Santi[1]) ihm gegenüber geltend, daß der positive Ausfall dieser Reaktion nur beweise, in den ätherlöslichen Substanzen der normalen Epidermis und ihrer Produkte sei wohl das Cholesterin vorhanden, der Schluß aber auf dessen Ester nicht zwingend. Zu dem kommt, daß die Wollfette sehr verschiedenen Gehalt an Cholesterin haben; Schulze fand bis zu 80 Proz., Darmstädter und Lifschütz andererseits nur wenige Prozente. Daneben aber glaubten letztere andere für das Wollfett charakteristische Produkte, wie Carnaubasäure, Carnaubylalkohol — also Stoffe, die in den Wachsarten vorkommen —, und zwei Oxyfettsäuren, die Lanocerinsäure ($C_{30}H_{60}O_4$) und die Lanopalmitinsäure ($C_{16}H_{32}O_3$), gefunden zu haben. Siebert, welcher unter Röhmanns (l. c.) Leitung die Angaben von Darmstädter und Lifschütz nachprüfte, fand, daß das Wollfett neben wechselnden Mengen von Cholesterin- und Isocholesterinestern noch andere wachsartige Substanzen — von Röhmann Lanocerin genannt — enthält, die bei der Verseifung mindestens eine hochmolekulare Säure liefern. Die nach Darmstädter und Lifschütz bei der Verseifung zu erhaltenden Säuren (Carnaubasäuse usw.) und Alkohole (Carnaubylalkohol usw.) sind nach Röhmann noch nicht genügend charakterisiert, um entscheiden zu können, wie weit es sich um chemische Individuen oder Gemenge handelt[2]). Da das Wollfett oder der „Wollschweiß" außer Hauttalg auch die epidermoidalen Gebilde, sowie das Sekret der Schweißdrüsen enthält, so ist erstens sein wechselnder, aber immerhin nicht unbeträchtlicher Gehalt an Cholesterin erklärlich, zum anderen auch das Vorkommen bedeutenderer Mengen von Kalium, das außer an Fettsäuren (Essig-, Propion-, Butter-, Valerian-, Capron- usw. Säuren) an Benzoësäure, Phenolschwefelsäure, Milchsäure, Äpfelsäure, Bernsteinsäure gebunden ist, sowie von Glykolsäure, Normalbrenzweinsäure, Leucin, Tyrosin und Pigmenten (analog den Harnfarbstoffen; vgl. A. u. F. Buisine, sowie Maumené, l. c.).

Das oben Gesagte gilt auch für den wechselnden Gehalt des Inhaltes der Dermoidcysten, in denen Sotnitschewsky (l. c.) einen kristallinischen, in Alkohol und Äther leicht löslichen Körper vom Schmelzpunkt 63° isolierte, mit 80 Proz. C und 13,5 Proz. H, den er als Cetylalkohol ansprach. E. Ludwig, v. Zeynek (l. c.) kamen zu dem gleichen Schluß; v. Zeynek erhielt daneben noch eine ölige Substanz, die sich nicht benzoylieren ließ. Linser (l. c.), der das Extrakt von großen Mengen gesammelter Dermoidcysten analysierte, erhielt aus dem nicht verseifbaren Anteil einen kristallinischen Körper, der leicht löslich in kaltem Alkohol, Petroläther, Benzol, Toluol, Amylalkohol usw. war, schwer löslich aber in kaltem Aceton, worin er sich in der Wärme jedoch leicht auflöste. Dieser „Acetonkörper" gab keine Cholestolreaktion, enthielt im Mittel 79,4 Proz. C (79,32 bis 79,5) und 13,9 Proz. H (13,69 bis 14,08) und ließ sich nicht acetylieren (es fehlte die OH-Gruppe). Nach den Elementaranalysen zu urteilen, hatten Sotnitschewsky und v. Zeyneck wohl denselben Körper in den

[1]) Monatsschr. f. prakt. Dermat. 9 (1889). — [2]) Nach einer gef. brieflichen Mitteilung des Herrn Prof. Röhmann.

Händen, derselbe kann aber nach obigem kein Cetylalkohol sein. Daneben erhielt auch Linser einen öligen Körper von hoher Jodzahl, der sich ebenfalls nicht acetylieren ließ. Röhmann nennt ersteren „Dermocerin", letzteren „Dermooleïn". Auch das Extrakt der Bürzeldrüse enthielt neben den Estern des Oktadecylalkohols (siehe unten) einen dem Lanocerin und dem Dermocerin ähnlichen Stoff, den Röhmann „Pennacerin" benennt. Eigentliche Fette fand auch Linser im Dermoidcystentalg nur in geringen Mengen.

Zur Gewinnung von reinem Hauttalg hat Linser mit entfetteten Petroläther bäuschchen nach vorheriger Alkoholtrocknung die Rückenhaut abgerieben, um so möglichst vor der Beimengung fremder Fette sicher zu sein, und auf diese Weise von zwei Knaben (13 bis 14 Jahre) in drei Wochen 0,7 bzw. 0,8 g Ätherextrakt gewonnen; von einem mageren erwachsenen Individuum bei 0,8 $m^2$ benutzter Fläche 1,5 g; von zwei fetten Individuen bei 1 $m^2$ benutzter Fläche 2,4 bzw. 2,7 g in gleichen Zeiträumen (s. auch unten). Das Ätherextrakt war von goldgelber bis brauner Farbe, ohne besonderen Geruch; Schmelzpunkt 33° bis 36° C. Der nicht verseifbare Anteil betrug 40 bis 45 Proz. des Gesamtätherextraktes und bestand zum größten Teil aus obigem „Acetonkörper", ebenso fand sich ein „öliger" Körper; jedoch nur 0,1 g = 1 Proz. Cholesterin. Ähnliche Resultate lieferten 13,5 g Ätherextrakt von $^1/_2$ kg garantiert „ungesalbter" Menschenhaare.

Als ein Sekret, das ganz rein von Beimengungen zu gewinnen war, untersuchte de Jonge (l. c.) den Talg der Bürzeldrüsen von Gänsen und Enten. Außer Stoffen, welche von den Protoplasmateilen der Zellen stammen (Albumin usw.), außer Fetten, Lecithin u. a. glaubte er im unverseifbaren Anteil des Ätherextraktes 40 bis 41 Proz. Cetylalkohol gefunden zu haben (s. darüber oben). Röhmann mit Plato nahmen die Untersuchungen wieder auf und suchten dabei auch die von Neisser aufgeworfene Frage zu entscheiden, ob Nahrungsfett in das Sekret der Drüse übergehe. Aus dem Sekret bzw. aus den Bürzeldrüsen selbst erhielt Röhmann drei Extrakte. 1. Einen in verdünntem Alkohol löslichen, in starkem Alkohol unlöslichen Teil, der nicht näher untersucht wurde. 2. Einen in Äther und Chloroform löslichen Teil, der eine gegenüber den Hautfetten der Gänse sehr niedrige Verseifungszahl (= Milligramm KOH, die 1 g des Extraktes bindet) gab, also Ester von hochmolekularen Alkoholen bzw. solche Alkohole selbst enthielt. Cholesterin bzw. Cholesterinester fanden sich in diesem reinen, ohne Beimengung epidermoidaler Gebilde erhaltenen Sekret nicht. Dagegen ein Alkohol, den Röhmann nicht wie de Jonge u. a. als Cetylalkohol ($C_{16}H_{34}O$), sondern als Oktadecylalkohol ($C_{18}H_{38}O$) erkannte, da damit sowohl Schmelzpunkt wie Elementaranalyse aufs beste übereinstimmten, als auch diese Konstanten für die daraus dargestellten Palmitin- und Stearinsäureester. (S. hierüber und über die Darstellung bei Röhmann in Hofmeisters Beitr. 5, 115 ff., 1904.) Die Menge an Oktadecylalkohol beträgt 40 bis 45 Proz. des Bürzeldrüsenextraktes. Drittens erhielt Röhmann einen in Äther unlöslichen, in Chloroform löslichen Teil, der für 100 T. trockener extraktfreier Drüsensubstanz 9 bis 13 Proz. betrug. Die gesamte Menge der in Chloroform löslichen Stoffe machte mehr als die Hälfte der Drüsensubstanz aus. Was die Natur der in der Bürzeldrüse enthaltenen Fette betrifft, so fand Röhmann in einem Bürzeldrüsenextrakt 67,5 Proz. der Fettsäuren

als eigentliche Fette vorhanden, 32,5 Proz. als Oktadecylester; in dem flüssig bleibenden Teile eines anderen Extraktes wies er 34,6 Proz. der Fettsäuren in Form von Triglyceriden, 65,4 Proz. als Oktadecylester nach. Es reicht also die Menge des Oktadecylalkohols aus, um alle nicht an Glycerin gebundenen Fettsäuren esterartig zu binden, und es ergibt sich unter Berücksichtigung des größeren Molekulargewichts des Oktadecylalkohols weiter, daß der größere Teil des Bürzeldrüsenextraktes nicht aus Fett, sondern aus den Estern des Oktadecylalkohols besteht. Noch größer aber war dieser Anteil im ausgedrückten Sekret, d. h. es zeigten in diesem die Fette eine Abnahme gegenüber dem Bürzeldrüsenextrakt.

Da nun die Fette der Nahrung in die Bürzeldrüse gelangen (s. unten), so nimmt Röhmann an, daß die Fette das Material zur Bildung der Oktadecylester liefern etwa nach folgendem Modus. Aus den Fetten entstehen durch fermentative Spaltung die Fettsäuren und Glycerin, von ersteren gehen Ölsäure und Stearinsäure durch Reduktion in Oktadecylalkohol über:

$$\underset{\text{Ölsäure}}{C_{18}H_{34}O_2} + H_2 = \underset{\text{Stearinsäure}}{C_{18}H_{36}O_2}$$

$$\underset{\text{Stearinsäure}}{C_{18}H_{36}O_2} + 2\,H_2 = \underset{\text{Oktadecylalkohol}}{C_{18}H_{38}O} + H_2O$$

Für die Bildung der außer dem Oktadecylalkohol gefundenen, optisch aktiven beiden Säuren $C_{12}H_{24}O_2$ und $C_{14}H_{28}O_2$ (die wohl Isomere der Laurin- und Myristinsäure sind; s. hierüber d. Orig. S. 119 ff.) und für das Pennacerin aus den C-reicheren Fettsäuren müßte ein oxydativer Abbau angenommen werden.

Nach den Resultaten der chemischen Untersuchung sowohl als nach den histologischen Bildern (Abnahme der osmierbaren Ester im Fortschreiten der Sekretbildung) wird in den Talg liefernden Drüsen ein spezifisches, den Wachsarten nahestehendes Sekret gebildet, und zwar aus Fetten (Triglyceriden). Die Fütterung von einer Anzahl Gänse mit entfettetem Gerstenschrot unter Zusatz von Sesamöl für eine Gruppe, von Palmin für eine andere ergab bei ersterer ein sesamölhaltiges Bürzeldrüsensekret. Das Material an Fett für die Sekretbildung wird also durch Nahrungsfett geliefert. Weitere Versuche mit reiner Kohlehydratfütterung zeigten — durch die Gewichtszunahme der Drüsen —, daß auch das aus den Kohlehydraten im Körper entstandene Fett zur Sekretbildung verwendet wird. Bei den geschilderten Versuchen ergab sich zudem, daß auf Ölfütterung viel mehr Sekret durch Ausdrücken der Drüse zu gewinnen war als auf Palminfütterung, Ölsäure also die Sekretbildung besonders begünstigt. Daß die letztere langsam vor sich geht, zeigten Platos (l. c.) Versuche mit Sesamölfütterung und täglicher Sekretprüfung; erst am 10. bis 18. Tage war die Reaktion positiv und blieb es nach dem Aussetzen der Sesamölfütterung bis zum 11. bis 19. Tage.

### 3. Bedingungen der Hauttalgabsonderung; abgesonderte Menge.

Leubuscher, Linser u. a. geben übereinstimmend an, daß bei Kindern die Absonderung sehr gering ist, daß sie mit der Pubertät bedeutend ansteigt, um im Greisenalter wieder zu fallen. Zwischen den Geschlechtern sind wesentliche Differenzen nicht vorhanden; von sonstigen allgemeinen Unterschieden erwähnt Leubuscher, daß brünette Individuen mehr abzusondern scheinen als blonde. Individuell kommen sehr große Unterschiede

in den abgesonderten Mengen vor; Leute, welche trotz reichlicher Ernährung wenig Fett ansetzen, zeigen sehr vermehrte Hauttalgabsonderung, bei korpulenten Individuen liegen nach Leubuscher die Zahlen eher unter dem Durchschnitt. Dies würde im Sinne der oben geschilderten Bedingungen der Sekretbildung liegen. Die einzelnen Körperteile sondern sehr verschiedene Mengen ab. In 4cm² Filtrierpapier waren nach einer Woche enthalten: von der Stirn 0,12 g, vom Rücken 0,035 g, von der Brust 0,022 g, vom Oberarm 0,015 g, vom Bauch 0,01 g Hauttalg (Leubuscher). Von allen Hautpartien liefert nach Arnozan [1]) der Nasenrücken am meisten Sekret, was bei der früher geschilderten großen Entwickelung der dort befindlichen Drüsengruppen begreiflich ist.

Arnozan, der im allgemeinen zu ähnlichen Resultaten kam wie Leubuscher, bediente sich einer originellen Methode. Bekanntlich geraten Campherstückchen auf Wasser geworfen in lebhafte Rotation; jede Spur von Fett aber, in das Wasser gebracht, verhindert die Bewegung. Diese Reaktion ist so prompt, daß die Rotation sofort aufhört, wenn man die Spitze einer Nadel, mit welcher man durch das Kopfhaar gefahren ist, in das Wasser bringt. Arnozan brachte nun Campherstückchen in ein Glas Wasser und rieb mit einem Glasstabe die betreffende Hautpartie; war der Glasstab mit Fett in Berührung gekommen, so hörte sofort die Bewegung auf, im anderen Falle nicht. Letzteres trat ein bei der Haut der *Palma manus*, hier und da auch bei der Haut der Achselhöhle.

Nach Leubuscher soll weiterhin der Gesamtkörper in acht Tagen 100 g Talg absondern, bei einzelnen Individuen bis 300 g. Linser, dessen Zahlen schon oben erwähnt wurden, hat viel geringere Mengen erhalten; bei der Gewinnung achtete er sorgfältig darauf, fremde Fette auszuschließen.

Daß spezifische Nerven bei der Absonderung bzw. Ausstoßung des Talgdrüsensekretes eine Rolle spielen, ist noch niemals erwiesen worden. Arloing [2]) erhielt zwar auf Tetanisierung des Halssympathicus Hauttalgabsonderung, aber dies Resultat ist wohl eher im Sinne des früher Gesagten als durch Reizung der im Sympathicus verlaufenden pilomotorischen Nerven (Langley) erhalten zu erklären. Bei Aufrichtung der Haare preßt der *M. arrect. pil.* auch Hauttalg aus. Ebenso sind wohl Arloings Resultate bei Durchschneidung des Halssympathicus (Hypersekretion) nicht auf das Wegfallen von Hemmungsnerven zu beziehen. Er operierte (l. c.) am Esel, der auf der inneren Hautfläche der Ohrmuschel feine Haare mit beigeordneten Talgdrüsen hat; an den kahlen Stellen gegen den Gehörgang zu sind große viellappige Talgdrüsen verstreut. Nach Durchschneidung des Halssympathicus ist am anderen Tage über der Mündung jeder Drüse eine kleine, halbfeste Talgefflorescenz zu sehen. Hier hat wohl die lebhaftere Hautdurchblutung infolge der Sympathicusdurchschneidung die stärkere Absonderung hervorgerufen.

Ist durch Liebreichs (l. c.) Untersuchungen festgestellt, daß die Epidermis durch Bildung von Cholesterinestern in ihren Zellen selbst Mittel zum Hautschutze schafft [3]), so darf man doch nicht so weit gehen, dem

---

[1]) Ann. d. Dermat. et de Syph. 3 (1892), zit. nach Kreidl. — [2]) Arch. de physiol. 5 ième série, 3, 160 u. 241, 1891. — [3]) G. Lewin (Mediz. Zentralbl. 1886, S. 650 u. 651) wies auch mikrochemisch Cholesterinfett in der Körnerschicht der Epidermis nach. Er stellte die Cholestolreaktion an dünnen Hautschnitten an und erhielt immer dem *Stratum granulosum* entsprechend den Rosastreifen, der durch Violett in Grün überging.

Sekret der Fettdrüsen eine große Bedeutung für die Einfettung abzusprechen. Interessant sind in dieser Hinsicht die Versuche von Joseph[1]). Er exstirpierte einer Anzahl Enten die Bürzeldrüse und untersuchte 10 Tage nach der Operation das Verhalten der operierten Tiere gegen Wasser. Nach genauer Wägung wurden sie in einen großen Kübel Wasser untergetaucht und sofort darauf wieder gewogen. Nachdem alsdann den Tieren in einem großen Raume Gelegenheit zum Abschütteln des Wassers gegeben war, wurden sie nach $^1/_4$ Stunde wieder gewogen. Den gleichen Prozeduren wurde eine Anzahl normaler Tiere unterworfen. Es zeigte sich, daß die normalen und die der Bürzeldrüse beraubten Tiere gleichviel Wasser in ihr Federkleid aufnehmen, aber letztere behalten 2 bis $2^1/_2$ mal so viel Wasser darin zurück als erstere. Für normale Enten genügt eine kurze Bewegung, um das Wasser abzuschütteln, die operierten Tiere dagegen schütteln sich sehr stark und bedürfen einer langen Zeit, um ihre Federn wieder vom Wasser zu befreien.

## 4. Anhang.

Anhangsweise mögen die Resultate der Untersuchung einiger dem Hauttalge zuzurechnender Sekrete angeführt werden, soweit ihrer nicht schon — wie des Bürzelfettes — vorher Erwähnung geschah.

### a) Cerumen.

Im äußeren Teile des Gehörganges liegen mächtige Knäueldrüsen, meist an Haare angelegt, die aber nicht Schweiß, sondern das Ohrenschmalz absondern sollen, eine Ansicht, die sich namentlich auf Köllikers Entdeckung von Fett in ihren Epithelien stützte. Doch sind wohl mehrere Drüsengattungen, unter anderen auch pigmentliefernde, daran beteiligt. Benda[2]) fand in den Ohrenschmalzdrüsen (Knäueltypen) wenig Fett; er vermutet, daß sie den Farbstoff absondern. Sicher ist, daß ein Teil des Ohrenschmalzes von alveolären Talgdrüsen, die wie sonst, an den Haarbälgen stehen, abgesondert wird. Petrequin[3]) wies im Cerumen Öl- und Stearinsäure, Kaliseifen und Cholesterin nach; Lamois und Martz[4]) einen roten, in Alkohol löslichen, bitterschmeckenden Stoff. Linser (l. c., S. 7/8) hat von 50 Individuen das Ohrenschmalz während eines Zeitraumes von vier Wochen zweimal wöchentlich ausgelöffelt und aus der gewonnenen Menge 4 g Ätherextrakt erhalten. Dasselbe war von braungelber Farbe, Schmelzpunkt 36° bis 38°; die Menge der Fettsäuren etwa doppelt so groß wie die der nicht verseifbaren Substanzen. Unter letzteren bildete den Hauptanteil eine anscheinend mit dem „Acetonkörper" identische Substanz. Cholesterin fand sich nur in geringen Mengen; im ursprünglichen Alkoholextrakt war eine auffallend große Menge Seifen zurückgeblieben, aus denen durch Zusatz von Salzsäure noch etwa 0,5 g Fettsäuren gewonnen werden konnten. — Bekannt ist, daß die abgesonderten Mengen individuell sehr verschieden sind; Linser fand solche Unterschiede auch hinsichtlich der Beschaffenheit

---

[1]) Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1891, S. 86 u. 87. — [2]) Mitgeteilt bei Joseph: Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1891, S. 85. — [3]) Compt. rend. Paris 1869, zit. nach Linser. — [4]) Malys Jahresber. f. Tierchemie **27**, 40, 1897.

des Sekretes, das bei der Mehrzahl der Individuen aus einer goldgelben Masse von zähflüssiger Konsistenz besteht, bei manchen Personen aber feste, mehr oder weniger pigmentierte fettdurchtränkte Epithelmassen darstellt.

b) Sekret der Meibomschen Drüsen.

Linser (l. c., S. 9) zitiert die mikrochemischen Untersuchungen von Pes[1]), der stets Cholesterin nachweisen konnte; mit Osmium erhielt er nur eine graugrünliche Färbung. Das gleiche Resultat ergeben nach meinen Erfahrungen auch die Hauttalgdrüsen, z. B. von der Katzenpfote, die ich etwas genauer daraufhin untersuchte. Die Schwärzung schwindet auf Alkohol, Xylol usw. sehr leicht; es würde dies nach Altmann für eine Anwesenheit freier Ölsäure sprechen.

c) Smegma.

Die sehr stark entwickelten Drüsen (Knäueltypus) der Vorhaut liefern ein reichliches Sekret, das nach Lehmann[2]) an Ätherextrakt 52,8 Proz., Alkohelextrakt 7,4 Proz., Wasserextrakt 6,1 Proz., Salzen 9,7 Proz., Albuminaten 5,6 Proz. und an unlöslichem Rückstand 18,4 Proz. gibt. Die darin vorkommenden Ammoniakseifen können von zersetztem Harn herrühren. Linser (l. c., S. 8 u. 9) sammelte von einem Individuum das Smegma regelmäßig durch 8 Monate. Die erhaltene Menge — bei einem Trockenrückstande von 0,2 g — gab 0,6 g Ätherextrakt, dessen Schmelzpunkt bei 37° lag. Die Anwesenheit niederer Fettsäuren verriet der Geruch; im nicht verseifbaren Anteil war nur wenig Cholesterin vorhanden.

d) Epitheliale Bildungen (Atherome, Hornsubstanzen).

Die als Atherome bezeichneten, wohl aus versprengten epithelialen Keimen hervorgegangenen Tumoren (vom Kopfe), welche Linser (l. c., S. 13 ff.) untersuchte, bestanden nahezu ausschließlich aus verhornten Massen und lieferten ein Ätherextrakt von 42° bis 44° Schmelzpunkt, indes Linser aus geraspelten Pferdehuf- bzw. anderen Hornspänen ein solches von 40° bis 41° erhielt. Beide Substanzen ergaben in dem unverseifbaren Anteil einen hohen Cholesteringehalt. Dies stellt die epithelialen Gebilde bzw. die Hornsubstanzen in deutlichen Gegensatz zu den Talgdrüsensekreten, welche ihrerseits, wie oben dargelegt, andere hochmolekulare C- und H-reiche Substanzen enthalten.

Der Übersichtlichkeit wegen sei hier die Tabelle Linsers (l. c., S. 16) mitgeteilt, welche die Unterschiede der einzelnen, hierher gehörigen Substanzen hinsichtlich ihres chemischen Charakters zu übersehen gestattet.

## 5. Zusammenfassung.

Die Bedeutung der Hauttalgsekretion läßt sich nach den neueren Untersuchungen etwa wie folgt charakterisieren. Das Produkt der Talgdrüsen ist, wie dasjenige des *Stratum germinativum*, ein den Wachsarten nahestehender Stoff. Beide epidermoidalen Gebilde — die Drüsen und die Hornschicht —

[1]) Nach Malys Jahresber f. Tierchemie **27**, 46, 1897. — [2]) Ber. Sächs. Ges. d. Wissensch. 1869, II.

Tabelle der Ätherextrakte nach Linser (l. c. S. 16 u. 19).

| Substanz | Menge in Gramm | Schmelzpunkt Grad | Säurezahl | Verseifungszahl | Jodzahl | | Nicht verseifbarer Anteil | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Gesamtätherextrakt | Fettsäuren | Prozent des Ätherextraktes | Cholesterin | Acetonkörper |
| Hauttalg . . . . . | 12 | 33—36 | 3,4— 7,9 | 117—140 | 54—67 | 36—44 | 40—45 | + | + + |
| Cerumen . . . . . | 4 | 36—38 | 1,2 | 128 | 50 | 31—38 | 35—40 | + | + + |
| Smegma . . . . . | 0,6 | 36—37 | 18,4 | 142 | — | 41 | — | + | ? |
| Talgdrüsencysten . . | 5 | 33—36 | 3,8—18,0 | 126—142 | 59 | 42 | 33 | + | ? |
| Dermoide . . . . . | 200 | 30—36 | 2,6— 6,3 | 112—149 | 63—74 | 35—39 | 30—40 | + | + + + |
| Atherome . . . . . | 5 | 42—44 | 3,5— 5,2 | 73—86 | 60—66 | 37 | 55 | + + + | — |
| Hornspäne . . . . . | 3 | 42—43 | 5,5 | 90 | 57 | 46 | 50 | + + + | — |
| Hufspäne . . . . . | 2 | 40—41 | 8,4 | 96 | — | 43 | 50 | + + + | — |
| Lanolin [1]) . . . . . | | 36—42 | 0,5— 4,3 | 98—127 | 10—36 | — | 55 | + | — |
| Comedonen [2]) . . . . | 1 | 39 | 19,3 | 109 | — | 54 | 40—50 | + + | — |
| *Seborrh. sicca* . . . . | 1,2 | 36—38 | 51,9 | 154 | — | 57 | — | + | — |
| *Seborrh. oleosa* (rein gewonnen) . . . . | 2 | 32 | 77,6 | 183 | — | 67 | 20 | Spur | — |

\+ wenig, + + viel, + + + sehr viel.

[1]) Nach Benedikt-Ulzer, Analyse der Fette. 4. Aufl., Berlin 1903. — [2]) Ich schließe hier aus der Tabelle Linsers (S. 19) über die Resultate der Untersuchung von ätherlöslichen Substanzen bei Hauterkrankungen drei Reihen an, welche deutlich den Unterschied zwischen dem reinen und dem mit Horngebilden vermischten Sekret der Talgdrüsen zeigen. In den Comedonen, sowie in den Schüppchen und Borken der *Seborrhoea sicca* ist eine beträchtliche Menge Cholesterin enthalten, in dem mit Petrolätherbäuschchen abgewischten Sekret bei *Seborrhoea oleosa*, wo eine sehr reichliche Sekretion besteht mit raschem Abflusse, ist dieses bis auf eine Spur verschwunden. Bei der Bildung der Comedonen, wo ein stagnierendes Produkt der Talgdrüsen reichlich mit epidermoidalen Gebilden gemischt sich vorfindet, treten gegenüber den Seborrhoeen die eigentlichen Fette und freien Fettsäuren (vgl. Säurezahlen) stark zurück. Bei der Seborrhoea wird also wohl das zugeführte Material (Körperfett) in geringerem Maße zum Sekret umgewandelt, daher in größeren Mengen mit entleert.

schaffen durch ihre Tätigkeit ätherlösliche Stoffe, Gemische höherer Fettsäuren usw.[1]); der nicht verseifbare Anteil aber besteht bei letzteren vornehmlich aus Cholesterin bzw. Cholesterinestern, im Talgdrüsensekret aus anderen C- und H-reichen Stoffen (Dermocerin usw.). Beiden Produkten ist gemeinsam das große Wasserbindungsvermögen (nach Linser [l. c.] nehmen die Ätherextrakte meist um 100 Proz. ihres Gewichts $H_2O$ auf), wodurch sie befähigt werden, der Haut stets einen gewissen Wassergehalt zu garantieren. Fehlen diese Sekrete bei Erkrankungen, so wird die Haut trocken, brüchig, rissig usw. Daß sie dabei die Wasserabgabe *(Perspiratio insensibilis)* der Haut nicht hindern, ist bekannt (vgl. auch Schwenkenbecher[2]); Wolpert[3]) fand, daß sogar ein Lanolinüberzug die Wasserabgabe der Haut durch Verdunstung bei 33° C nicht ändert. Bei 28° C bringt die eingefettete Haut allerdings 50 Proz. weniger Wasser zur Verdampfung, bei 25° ist das Verhältnis 40 : 60; über 33° C (Maximum bei 40°) aber wächst der Unterschied der Verdampfungsgrößen sogar zugunsten der eingefetteten Haut von Grad zu Grad. Eine weitere wichtige Eigenschaft der fraglichen Sekrete besteht, wie schon erwähnt, in ihrer hohen Widerstandsfähigkeit gegen die Angriffe von Mikroorganismen, ganz im Gegensatz zu den Glycerinestern der Fettsäuren. Worauf sie beruht, ist noch unbekannt. Die Erkenntnis aber, daß diese „Schutzstoffe" durch echte Zelltätigkeit gebildet werden, daß eingreifende Umwandlungen des zugeführten Materials (Fett u. a.) dabei vor sich gehen, hat dazu geführt, daß wir jetzt kaum mehr den Standpunkt Heidenhains einnehmen, von dem aus er (s. Hermanns Handb. 5, 406) schrieb, die Absonderung des Hauttalges habe „zwar an sich kein tiefergehendes physiologisches Interesse".

---

[1]) Der entwickelungsgeschichtlich und physiologisch begründete innige Zusammenhang des *Stratum germinativum* und der Talgdrüsen macht sich auch bemerkbar bei den Regenerationsprozessen. Ribbert (Arch. f. Entwickelungsmechanik **18**, 578 ff., 1904) hat die Abkratzung der Epidermis bis aufs Corium am Kaninchenohre viele Male wiederholen können; immer beobachtete er, daß neben der Regeneration vom Wundrande aus auch das Epithel der Ausführungsgänge von Talgdrüsen im Wundfelde sich daran beteiligte. Und andererseits trieb die untere Schicht der regenerierten Epidermis zahlreiche Epithelzapfen durch das neugebildete Bindegewebe in die Tiefe, welche sich zu Talgdrüsen umformen, so daß im Bereiche des abgekratzten Feldes die Talgdrüsen dicht gedrängt standen, während sie im normalen Ohr in ziemlich weiten Abständen angeordnet sind. — [2]) Arch. f. klin. Med. **79** (1904). — [3]) Arch. f. Hygiene **41**, 306 ff., 1902.

# Schweißabsonderung.

Zusammenfassende Arbeiten:

Krause, Artikel: Schweiß in Wagners Handwörterbuch **2** (1844).
Ludwig, Lehrbuch **2**, 2. Aufl. 1861.
Luchsinger, Die Schweißabsonderung und einige verwandte Sekretionen bei Tieren (Hermanns Handbuch **5**, 421 ff. Leipzig 1883.
H. Rabl, Histologie, S. 109 ff., im Handbuch der Hautkrankheiten, herausgeg. von Mračeк. Wien 1901.
A. Kreidl, Physiologie, S. 188 ff., im Handbuch der Hautkrankheiten, herausgeg. von Mračeк. Wien 1901.
E. Waymouth Reid, in Schäfers Textbook **1**, 669 ff. London 1898.

Von der Wassermenge, welche vom menschlichen Körper in 24 Stunden ausgeschieden wird und welche man unter gewöhnlichen Verhältnissen auf rund 3000 $cm^3$ ansetzen kann, passiert ein erheblicher Teil — etwa 700 $cm^3$ — die Haut, indessen der größte Teil — etwa 2000 $cm^3$ — auf den Harn entfällt. Da die Wasserabgabe durch die Haut wesentlich der Regulierung der Körpertemperatur dient, ist dieselbe vom Wasserbedürfnis oder Wassergehalt des Körpers ziemlich unabhängig, und ihre Organe, die Schweißdrüsen, entziehen daher im Bedarfsfalle — bei hohen Temperaturen und großen Muskelanstrengungen — dem Körper noch Wasser trotz erheblichen Wasserverlustes der Gewebe. Aber nicht das gesamte Hautwasser wird von den Schweißdrüsen geliefert; es findet durch die Haut hindurch eine je nach den äußeren Umständen schwankende Verdunstung von Wasser statt; dafür sprechen die Versuche, welche an toter Haut von Erismann [1]), Barratt [2]), Wolpert [3]) u. a. angestellt wurden, und ebenso die Erfahrung, daß über ödematösen Hautpartien die Wasserdampfabgabe erhöht ist (vgl. Jansen [4]), Peiper [5]). Die Feststellung, wie hoch sich der Anteil beläuft, den jeder der beiden Prozesse an der Hautwasserabgabe hat, ob und in welchem Umfange dieser Anteil wechselt, stößt auf große Schwierigkeiten. Die Darstellungen der Regulierung der Körpertemperatur und des Stoffwechsels ziehen die *Perspiratio insensibilis* bzw. den gesamten Wasserwechsel der Haut notwendigerweise in den Kreis ihrer Betrachtungen; hier soll nur gehandelt werden von den Bedingungen, unter denen die Schweißdrüsen, welche wohl ohne Zweifel den größten Anteil liefern, secernieren, bzw. von der Beschaffenheit ihres Sekretes. Es sei hier gleich anfänglich hervorgehoben, daß ein Zweifel darüber, ob die Schweißdrüsen (Knäueldrüsen) des subcutanen Gewebes wirklich den Schweiß liefern oder nicht, kaum mehr besteht. Die von Meissner geäußerte, von Unna [6]) wieder aufgegriffene Ansicht, daß der gesamten Hautfläche, bzw. dem Papillarkörper derselben die Produktion von Schweiß zukomme, der dann nur in die Schweißdrüsen einsickere, indessen diese der Talgproduktion vorständen, wird wohl von niemand mehr geteilt. Schon

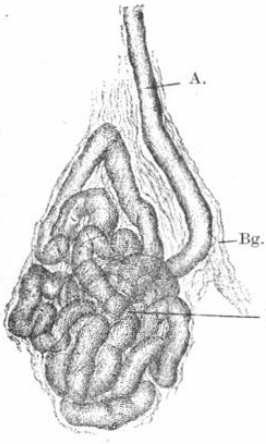
[1]) Zeitschr. f. Biol. **11** (1875). — [2]) Journ. of Physiol. **24** (1899). — [3]) Arch. f. Hygiene **41**, 307, 1902. — [4]) Deutsch. Arch. f. klin. Med. **33**, 334, 1883. — [5]) Untersuchungen über *Perspiratio insensibilis*. Wiesbaden 1889. — [6]) Kritisches und Historisches über die Lehre von der Schweißsekretion. Schmidts Jahrb. 1882.

erwähnt wurde der wesentliche Anteil, welcher der Hautfläche an der Wasserdampfabgabe zufällt, und im Abschnitt über „Hauttalgabsonderung" ist auf das große Wasserbindungsvermögen der in der Epidermis enthaltenen Cholesterin- usw.-Ester Bezug genommen worden. Andererseits aber ist seit dem Jahre 1875, in welchem Goltz zeigte, wie die Reizung des peripheren Ischiadicusstumpfes auf den Ballen der Katzenpfote Schweißtröpfchen hervortreten macht, unzweifelhaft dargetan worden, daß die Schweißsekretion auf einer wahren Drüsentätigkeit beruht.

## 1. Verteilung und histologische Beschaffenheit der Schweißdrüsen.

Wie schon Luchsinger[1]) hervorhebt, zeigen die Schweißdrüsen je nach dem ungleichen Schwitzvermögen der verschiedenen Tiere bzw. der verschiedenen Hautstellen des gleichen Tieres eine nach Zahl, Größe und Form verschiedene Entwickelung. Als kleine ovale Säckchen von Gurlt beim Rind, als nur wenig geschlängelte Schläuche von Redtel bei den Fledermäusen nachgewiesen, stellen sie sich in der Haut des Menschen, des Affen

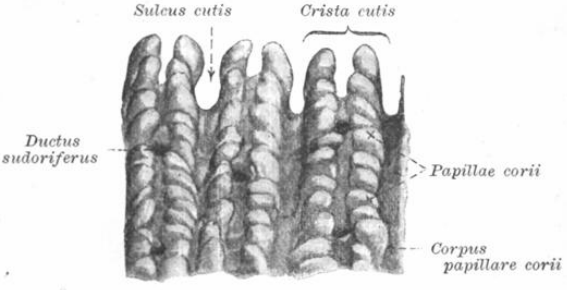
Fig. 126.




Schweißdrüsenknäuel aus der Haut des Fußrückens (Vergr. 80 nach Präp. von Schaffer).

*K.* Knäuel. *A.* Ausführungsgang. *Bg.* begleitendes Bindegewebe. Aus Rabl, Mračeks Handb. d. Hautkrankh., Wien 1901, p. 110, Fig. 51.

Fig. 127.




Hautpapillen der Fußsohle (Vergr. 21 : 1). Die Epidermis ist vollständig entfernt. Nach Spalteholz, Atlas 3, 837, Fig. 927, Leipzig 1903.

und des Pferdes, in der nackten Sohlenhaut von Hund und Katze als lange, vielfach aufgeknäuelte Schläuche dar. Jedoch zeigen auch diese Knäueldrüsen (*Glandulae glomiformes* bzw. *sudoriparae*) in frühen Stadien der Entwickelung die einfacheren Formen. Was speziell den Menschen anlangt, so stellen die Drüsen lange, fast durchgehends — nur in der Achselhöhle und am Anus kommen Verzweigungen vor — unverzweigte Schläuche dar; der eigentliche secernierende Abschnitt (*Corpus glandulae sudoriparae*, auch Ampulle genannt) liegt als Knäuel an der Grenze von Corium und subcutanem Gewebe; von da führt der Ausführungsgang korkzieherartig gewunden nach oben bis zu einer kleinen Delle auf der Oberfläche des *Stratum corneum*. Über die ganze Oberfläche der Haut, mit Ausnahme der *Glans penis* und der inneren Lamelle des Präputiums, sind sie verbreitet, jedoch in ungleicher Dichtigkeit. Am dichtesten stehen sie an der *Vola manus* und *Planta pedis*, wo sie an den

[1]) Hermanns Handbuch, l. c.; vgl. auch daselbst die ältere Literatur.

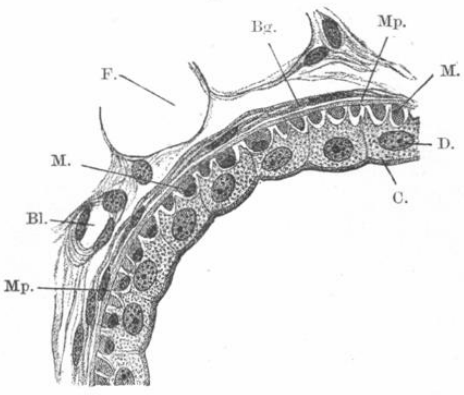
Leisten münden; an der Ferse fand Rabl (l. c.) 438 Drüsen auf 1 cm², Hörschelmann[1]) an der *Vola manus* 1111, am Fußrücken 641/cm². Sehr dicht stehen sie auch in der Haut der Stirn, des Nasenrückens und der Wange. [Die Zahlen von Hörschelmann und von Rabl sind wesentlich höher als die von Krause, welcher auf 1 Quadratzoll (= 11 cm²) 2736 für *Vola manus*, 2685 für *Planta pedis*, 1490 für Handrücken, 1303 für Hals und Stirn (?), sowie 417 für Nacken und Gesäß angibt.] Dieser Verteilung entsprechend sind diese Orte Prädilektionsstellen der Schweißabsonderung, doch vermag auch die gesamte übrige Haut des Menschen unter geeigneten Umständen viel Schweiß abzugeben. Das gleiche gilt vom Pferde und vom Schafe, dagegen schwitzen behaarte Säuger sonst nur an gewissen Stellen, entsprechend der daselbst befindlichen massenhaften Anhäufung von Knäueldrüsen. Beim Affen schwitzen *Vola manus* und *Planta pedis* sehr stark, der Nasenrücken weniger. Katzen schwitzen nur an den unbehaarten Sohlenflächen, und zwar nach Luchsinger (l. c.) erst nach der zweiten Woche; bei Hunden schwitzen die gleichen Stellen, aber sehr viel weniger als bei Katzen, ebenso beim Igel. An Kaninchen, Ratten, Mäusen hat man überhaupt noch kein Schwitzen beobachtet. Beim Schwein und beim Rind schwitzen die Schnauzen sehr stark. Immerhin ist hieraus nicht auf ein Fehlen der Schweißdrüsen an anderen Hautorten zu schließen, denn die anatomische Untersuchung lehrt das Gegenteil. So kommen z. B. beim Hunde überall in der Haut Knäueldrüsen vor (vgl. Ellenberger und Baum, Anat. des Hundes. Berlin 1891, S. 593.). Dem entspricht, daß Hunde unter abnormen Verhältnissen am ganzen Körper schwitzen. Goltz und Ewald[2]) erwähnen in ihrer bekannten Arbeit „Der Hund mit verkürztem Rückenmark", daß die Versuchstiere nach der Halsmarkstrennung in den Wärmekästen, in denen sie anfangs gehalten werden mußten, sehr bald ein von Schweiß nasses Haarkleid bekamen. Dabei war keineswegs eine Überhitzung der Tiere vorhanden, denn es war weder Tachypnoe noch Tachycardie, noch abnorme Gefäßerweiterung am Kopfe zu bemerken, ebensowenig schwitzte der Kopf.

Der secernierende Abschnitt des Knäuelschlauches ist von einer einfachen Epithellage ausgekleidet, über welche eine Schicht glatter Muskelfasern gelegt ist. Über beide zieht die elastische *Membrana propia*, welche außen durch Bindegewebe mit elastischen Fasern verstärkt wird. An den Pfoten junger Kätzchen fand ich Fettgewebe, sehr dicht der inneren Kanalwand angelagert, mit den typischen feinen Fettgranulis, die zum Teil das Konfluieren zu größeren Tropfen zeigten, wie sie von mir[3]) in den Fettorganen der Inguinalgegend, der Niere usw. beschrieben wurden. In den Kanälen sah ich niemals Fett, bzw. geschwärzte Tropfen, Rabl (l. c. S. 117) an Präparaten von Drüsen der Menschen ebenfalls nicht, doch gibt er ebenso wie Heynold, Unna und Kölliker an, daß in den Zellen solche osmierte Tropfen vorkommen sollen, deren Fettnatur aber noch nicht zweifellos feststeht. Nach meinen Erfahrungen bei Kätzchen kommen daselbst auch in den Zellen niemals schwarze Tropfen vor; Joseph (s. unten) hat sie daselbst auch nie gefunden. Die Epithelzellen zeigen verschiedene Formen, je nach-

[1]) Zit. bei Rabl, S. 110. — [2]) Pflügers Archiv 63, 370, 1896. — [3]) Arch. f. Anat. (u. Physiol.) 1890.

dem die Muskelschicht kontrahiert ist oder erschlafft. Joseph[1]) fand nach Ischiadicus-Reizung an den secernierenden Abschnitten der Drüse in der Katzenpfote die Muskelfasern im Zustande der Kontraktion, das Lumen der Drüse ganz eng, hohe Zylinderzellen bildeten die innere Auskleidung („Pfropfstadium" von Stricker und Drasch). Auf Pilocarpininjektion dagegen fand er die Muskeln flach (erschlafft), die fast cubischen Epithelzellen einen niedrigen Saum um das weite Lumen bildend („Ringstadium" von Stricker und Drasch). Renaut[2]) fand an Pferden, die morgens nicht schwitzend getötet wurden, die Schweißdrüsen mit hohen Zylinderzellen, deren Protoplasma hell war und deren Kerne nahe der Basis standen. Die Zellen ähnelten sehr den Schleimzellen der Submaxillaris. Bei Pferden aber, welche stark geschwitzt hatten, waren die Zellen der Schweißdrüsen granuliert, der Kern in der Mitte, das Lumen weit und mit geronnenem Sekret (Alkoholfixation) gefüllt. Letzterer Befund ist erklärlich durch den starken Eiweißgehalt des Pferdeschweißes (s. auch unten). Nach Rabl wechseln in den Knäueldrüsen der Achselhöhle die Zellhöhen je nach dem Sekretionszustande von 4 bis 44 $\mu$. In denselben Drüsen erscheinen die Zellen von stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt, die in Reihen stehen und so den Zellen ein gestreiftes Ansehen verleihen; gegen das Lumen zu begrenzt die Zellen ein körnchenfreier Saum (Cuticula). Er soll nach Rabl zuweilen eine feine Längsstreifung zeigen. An Schweißdrüsen der Katzenpfote konnte ich nur den hellen Saum, jedoch keine Streifung finden, wohl aber eine basale Reihe feinster Körnchen. Die feine Granulierung der secernierenden Zellen ist an diesen Katzenpräparaten gut zu beobachten; sie nehmen bei Fixierung mit $OsO_4$ + Kal. bichr. (Altmann) lebhaft die Fuchsinfärbung an. Noll[3]), der das gleiche Objekt wie ich studierte, erwähnt, daß in den Schweißdrüsenzellen immer nur Körnchen, keine „Sekretgranula" (Sekrettröpfchen), enthalten seien. Letztere zeigen ja in Altmann-Präparaten der Parotis z. B. die Fuchsinreaktion nicht mehr, wohl aber erscheinen in dieser Färbung daselbst die Körner des intergranulären Netzes. Es ist hier nicht der Ort, auf die Frage einzugehen, ob aus letzteren die Sekrettröpfchen hervorgehen oder nicht, es genüge der Hinweis, daß für die Schweißdrüsen eine Absonderung spezifischer Stoffe noch nicht einwandfrei bewiesen ist, daß also vielleicht die kleinen Körnchen nur die

Fig. 128.




Partie aus dem Querschnitt der Ampulle eines Schweißdrüsenganges. Haut der Achselhöhle eines Justifizierten. (Starke Vergrößerung.)

*D.* Drüsenzelle. *C. Cuticula* derselben. *M.* quergeschnitt. glatte Muskelfasern. *Mp. Membr. propria* des Schlauches. *Bg.* Bindegewebe. *F.* Fettzelle. *Bl.* Blutgefäß. Nach Rabl, Mračeks Handb. d. Hautkrankh., Wien 1901, p. 115, Fig. 54.

[1]) Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1891, S. 81 ff. — [2]) Compt. rend. soc. biol. **30** 177 ff., 1878. — [3]) Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1902, Supplbd. S. 175.

Speicherung mit dem Blut zugeführter Substanzen (Salze, Harnstoff usw.) übernehmen. Zimmermann[1]) fand sowohl zwischen, als in den Zellen Gänge, welche er als Sekretcapillaren anspricht; dem gleichen Forscher verdanken wir auch den Nachweis der hantelförmigen Centrosomen (bzw. Diplosomen) in den Schweißdrüsenzellen.

Der Ausführungsgang der Knäueldrüsen ist enger (Diam. 36 bis 48 $\mu$) als die Ampulle (Diam. 52 bis 85 $\mu$ für kleine, 90 bis 300 $\mu$ für große Drüsen) und enthält gewöhnlich zwei Lagen cubischer Epithelzellen, deren innere Reihe eine stark lichtbrechende Cuticula hat. Diese färbt sich mit sauren Anilinfarben stärker als der Zelleib und bräunt sich durch $OsO_4$. An der Grenze des Ausführungsganges und des secernierenden Abschnittes sollen die Epithelzellen der inneren Schicht des ersteren in die secernierenden Zellen übergehen, die äußeren aber schrittweise sich in die Muskelzellen verwandeln; letztere also Abkömmlinge der Epithelien sein (Rabl, l. c. S. 120).

Die Blutversorgung der Schweißdrüsen geschieht, soweit sie die secernierenden Knäuel betrifft, unabhängig vom Papillarkreislauf durch Arteriolen, die direkt aus einer Hautarterie entspringen. Ungemein dichte Capillarschlingen umspinnen den Knäuel als Endaufzweigung dieses Zustromes, der auch den Ausführungsgang versorgt. Nur bekommt letzterer daneben noch Blut aus einem Aste des Papillarnetzes (vgl. Rabl, S. 127). Die Venen des letzteren ziehen aufwärts, um in höher gelegene Netze zu münden, die Venen aus den Knäuelcapillaren ergießen sich in das tiefe Netz an der Unterfläche des Coriums. Sappey[2]) hat an den Lymphgefäßen der Schweißdrüsen ebenfalls die Abfuhr in das oberflächliche Hautnetz bzw. in einen von diesem herabziehenden Stamm beobachtet; das Verhalten der Lymphgefäße im Innern des Knäuels ist noch nicht aufgeklärt.

Die Nervenversorgung der Schweißdrüsen ist eine sehr reiche, aber der jeweilige Anteil, der von diesen Nerven auf den eigentlichen Drüsenapparat oder auf den Muskelapparat oder auf die Blutgefäße entfällt, ist noch nicht sicher festgestellt. Ranvier[3]) sah von dem äußeren Plexus (siehe unten) Nervenfasern ins Innere der Tubuli dringen und dort ein intermuskuläres Geflecht bilden. Arnstein[4]) erhielt von der Katze und namentlich vom Affen, bei welchem die Drüsenknäuel unter dem Corium des Nagelgliedes eine zusammenhängende Schicht bilden, mit der Ehrlichschen Methylenblaumethode sehr gute Bilder der Schweißdrüsennerven. Er stellte fest, daß die zum Drüsenknäuel tretenden Nervenfasern um die Schlauchwindungen auf der *Membrana propia* einen Plexus bilden (epilemmales Geflecht); von ihm gehen Äste ab, welche die *Membrana propria* durchbohren (hypolemmale Fasern) und Endapparate für die Drüsenzellen hervorgehen lassen. Dazu lösen sich die Fasern in zahlreiche kurze Äste auf, die mit Körnchen besetzt sind, auf diese Weise trauben- oder maulbeerförmige Körper bildend. Allerdings gibt Arnstein selbst zu, daß die Entscheidung darüber, ob traubige Endapparate oder ob Zellgranula, die sich ja mitfärben, vorliegen, hier, wie an anderen Drüsen, schwer zu treffen ist. An gleicher

[1]) Arch. f. mikr. Anat. **52** (1898). — [2]) Description et iconographie des vaisseaux lymphatiques, Paris 1885 (zit. nach Rabl. — [3]) Journ. de micrographie 1887 (zit. nach Arnstein). — [4]) Anat. Anz. **4** (1889) und **10** (1895).

Stelle (l. c. **10** [1895]) beschreibt Arnstein auch die Befunde von Ostroumow, welcher vermittelst der Golgi-Methode ähnliche Bilder an den Meibomschen Drüsen erhielt. Ähnliches beobachtete Sfameni[1]) an menschlichen Schweißdrüsen; Coynes[2]) Angabe, daß die Nervenfasern an den Schweißdrüsen mit Ganglienzellen in Verbindung treten, ist von anderen Autoren nicht bestätigt worden. Über die zuführenden Bahnen der Schweißnerven im Sympathicus bzw. über ihre zentralen Ursprünge und Verbindungen s. später.

## 2. Chemie des Schweißes.

Die chemische Untersuchung des Schweißes stößt insofern auf gewisse Schwierigkeiten, als das Sekret der Schweißdrüsen immer durch beigemischte Epithelschuppen und Hauttalg verunreinigt ist. Schützt man sich dagegen durch Hervorrufung profuser Schweißabsonderung (Heißluft- bzw. Lichtbäder, Applikation von Pilocarpin), so daß die gewonnenen großen Schweißmengen durch die fremden Beimengungen relativ wenig verändert sind, so kann der Einwand erhoben werden, daß das erhaltene Produkt infolge der abnormen Absonderungsgeschwindigkeit ein vom normalen abweichendes sei. Immerhin liefert der bei starkem Schwitzen — in Wassersäcken usw. — gewonnene Schweiß in bezug auf Reaktion und Zusammensetzung verläßlichere Angaben als der durch Abwischen mäßig schwitzender Hautstellen erhaltene. Der durch Filtrieren von beigemengten Epidermisprodukten und Fetttröpfchen befreite Schweiß stellt eine klare, ungefärbte, salzig schmeckende Flüssigkeit dar vom spez. Gew. 1001 bis 1010 und von meist saurer Reaktion. Doch als Trümpy und Luchsinger[3]) nach vorhergegangener gründlicher Reinigung der Haut mit Seife und Äther durch subcutane Injektion von 0,01 g *Piloc. mur.* Schweißsekretion hervorriefen, schlug die saure Reaktion der aufgelegten Lackmuspapiere in 1 bis 7 Minuten in alkalische um. Heuss[4]) findet auf Grund eingehender Versuche, daß mit der Zunahme der Schweißabsonderung (Heißluftbäder, Pilocarpin) die Acidität abnimmt; auch W. Camerer[5]), Bogdan[6]) u. a. erhielten neben saurem auch alkalischen Schweiß. Hält man daneben die Angaben, daß die Säuren des Schweißes Fettsäuren sind, außer denen Neutralfette und Cholesterin vorkommen — unfiltrierter Schweiß ist trübe, opaleszierend — so ist die Annahme nicht unwahrscheinlich, das Sekret der Schweißdrüsen reagiere alkalisch und werde nur durch die Beimengung des Hauttalges sauer. Diese Beimengung wird natürlich auch bei profusem Schwitzen infolge hoher Temperaturen nicht zu vermeiden sein, da die Wärme lebhafte Hautdurchblutung bewirkt und dadurch, sowie durch Flüssigmachen des Sekretes die Hauttalgabscheidung begünstigt. Daß die Schweißdrüsen selbst, wie Meissner und Unna (siehe hierüber das Kapitel „Hauttalg" in diesem Handbuche) meinten, keineswegs

[1]) Boll. della R. Accad. delle scienze de Torino 1897/98 (zit. nach Rabl). — [2]) Compt rend. Paris **86** (1878). — [3]) Pflügers Arch. **18** (1878). Es soll im folgenden im allgemeinen nur die neuere Literatur genauer zitiert werden, bis zum Jahre 1883 sei auf die vortrefflichen Darstellungen von Drechsel und von Luchsinger in Hermanns Handbuch verwiesen, bzw. auf die daselbst befindlichen Literaturnachweise. Für die Chemie des Schweißes s. Hammarsten, Handb., 5. Aufl., 1904, S. 603 ff. — [4]) Malys Jahresber. f. Tierchemie **22**. — [5]) Zeitschr. f. Biol. **41**, 271 ff., 1902. — [6]) Journ. de physiol. et de path. génér. **6**, 1009, 1904.

Fett absondern, geht daraus hervor, daß bei profuser Schweißabsonderung das Ätherextrakt minimal wird. Linser[1]) erhielt aus 15 Litern Schweiß (in Heißluftbädern vermittelst Gummisackes gewonnen) nur 1,8 g = 0,01 Proz. Ätherextrakt, zwei andere Proben von 10 Liter und 5 Liter ergaben nur 0,5 g bzw. 0,15 g. (Durch Zusatz von *Natr. carb.* beim Eindampfen waren auch die flüchtigen Fettsäuren mit gewonnen worden.) Die höheren Zahlen von W. Camerer jr. (l. c. S. 272) — 0,06 bis 0,17 Proz. Ätherextrakt — rühren wohl von etwas eingedicktem Schweiße her; es sind dementsprechend die Lichtbadzahlen (0,17 Proz.) höher als seine Dampfbadzahlen, und es ist auch besonders bemerkt, daß die wollenen Überdecken bei den Lichtbadversuchen durchnäßt waren.

Katzenschweiß reagiert alkalisch (Luchsinger, Kreidl [l. c.] s. auch Tabelle von Kahn auf S. 413), ebenso wird bei Pflanzenfressern derselbe meist alkalisch gefunden (Moriggia); stark alkalisch fand ihn Smith[2]) beim Pferde.

Der Gehalt an festen Stoffen ist sehr gering (Wasser 977,4 bis 995,6 pro Tausend, im Mittel 982 pro Tausend), der Schweiß stellt das wasserreichste Sekret des Körpers dar, er übertrifft darin noch die Tränenflüssigkeit und den *Humor aqueus* (Harnack[3]). Die zwischen 4,4 bis 22,6 pro Tausend schwankenden festen Stoffe sind zum kleineren Teil organische, zum größeren anorganische. Unter letzteren überwiegt bei weitem das Kochsalz, dessen schwankender Gehalt die sehr wechselnd gefundene Gefrierpunktserniedrigung bestimmt.

Ardin-Delteil[4]), welcher zuerst auf dies Verhältnis aufmerksam machte, erhielt Werte für $\Delta$, die je nach dem Individuum von —0,08° bis —0,46° C schwankten (Mittel für $\Delta$ aus einer größeren Reihe von Zahlen —0,237° C). Die Beziehungen zum ClNa-Gehalt ergeben sich aus folgenden, der Tabelle (l. c. S. 845) entnommenen Zahlen:

| $\Delta$ | Dichte | ClNa in 100 cm³ Schweiß | Anteil des ClNa an der Gefrierpunktserniedrigung |
|---|---|---|---|
| 0,08 | 1001 | 0,08 | 0,048 |
| 0,12 | 1002 | 0,19 | 0,114 |
| 0,20 | 1004 | 0,25 | 0,150 |
| 0,37 | 1006 | 0,58 | 0,348 |

Brieger und Disselhorst[5]) fanden als Mittel aus 50 Versuchen im Schweiße von gesunden und kranken Personen (im Glühlichtbad gewonnen) $\Delta$ = —0,608° C bei einem Gehalte von 0,707 Proz. ClNa; im Minimum war $\Delta$ = —0,322° C (mit 0,29 Proz. ClNa), im Maximum $\Delta$ = —1,002° C (mit 1,35 Proz. ClNa). Auch Strauss[6]) erhielt durch Sammlung des Schweißes eines Armes (im Gummibeutel) im totalen Heißluftbad von verschiedenen Personen sehr verschiedene Schweißkonzentrationen, doch lag in der Mehrzahl der Fälle $\Delta$ zwischen —0,30 bis —0,50° C. Nur konnte er konstatieren, daß für Nephritiker der chlorfreie Rest einen größeren Anteil an der stärkeren Gefrierpunktserniedrigung hatte, während bei Leuten, die an chronischem Rheumatismus oder an Neuralgien litten, der

[1]) Habilit.-Schrift Tübingen 1904. — [2]) Journ. of Physiol. **11** (1890). — [3]) Fortschr. d. Med. **11**, 91 ff., 1893. — [4]) Compt. rend. Paris **131**, 844 ff., 1900. — [5]) Deutch. med. Wochenschr. **29** (1903). — [6]) Ebenda **30**, 1236 ff., 1904.

höhere Cl Na-Gehalt bestimmend war. Bogdan (l. c.) erhielt für profuse Schweiße nicht sehr voneinander abweichende Zahlen für $\Delta$ bei verschiedenen Individuen (im Mittel $= -0{,}308^0$), er fand auch die Natur des schweißtreibenden Mittels (Heißluftbäder, Inhalation feuchter, überhitzter Luft, heiße Getränke, Pilocarpin) ohne größeren Einfluß auf die Konzentration. Aber er hat $\Delta$ jeweils nur an 1 cm³ Schweiß (mit einem besonders konstruierten Apparat) bestimmt, daher seine Zahlen vielleicht mit Fehlern behaftet sind. Cramer[1]) hat durch lokales Schwitzen eines Armes (abgedichteter Gummizylinder darüber gezogen und in Lokalbad versenkt) vom gleichen Individuum und bei gleicher Temperatur Schweiß von ziemlich niedrigem (0,36 Proz. im Mittel), aber sehr gleichmäßigem Cl Na-Gehalt gewonnen (die Werte lagen zwischen 0,31 Proz. bis 0,40 Proz.) und darauf eine Berechnung der Schweißmengen aus den ausgeschiedenen Cl Na-Mengen gegründet. Aber in seinen eigenen Versuchen variierte mit den Versuchsbedingungen bzw. mit der Person der Cl Na-Gehalt; er sank mit wachsender Absonderung (bis 0,13 Proz. Cl Na-Gehalt) herab. [Bei der Mengenberechnung (s. unten) würde dieser Umstand nur insofern in Betracht kommen, daß sich für die großen Schweißmengen zu kleine Zahlen ergeben; die Unterschiede zwischen Ruhe und Arbeit fielen dann noch bedeutender aus.]

Auch aus den älteren Beobachtungen geht hervor, daß mit der Steigerung der Absonderungsgeschwindigkeit die Menge der Fixa abnimmt. Doch zeigen die Funkeschen Zahlen (zit. bei Ludwig), daß die Abnahme mehr die organischen Stoffe als die Salze betrifft. Meines Wissens liegen neuere Untersuchungen darüber nicht vor. Daß von einem gewissen Werte der Absonderungsgeschwindigkeit die Konzentration sich nicht mehr bedeutend ändert (Ludwig, l. c.), dafür sprechen auch die oben erwähnten Beobachtungen von Bogdan u. a. über gleichmäßige Lage von $\Delta$ bei sehr profusen Schweißen. Neben Kochsalz sind von anorganischen Stoffen noch geringe Mengen Chlorkalium, Alkalisulfat und Phosphat, sowie Eisenoxyd darin. Harnack (l. c.) erhielt von einem Rheumatiker in der Schwitzwanne innerhalb einer Stunde 710 cm³ Schweiß (I. Portion) von 1005,8 spez. Gew., ebenso eine zweite Portion (II) nach zweistündigem Schwitzen von 595 cm³ mit 1005,3 spez. Gew. Beider Reaktion war neutral, in I waren 990,9 pro Tausend Wasser und 9,1 pro Tausend feste Stoffe, und zwar organische Substanzen 2,4 pro Tausend, anorganische Salze 6,7 pro Tausend. Von letzteren waren:

| | | |
|---|---|---|
| Chlornatrium | 5,2 | pro Tausend |
| Phosphorsaurer Kalk | 0,2 | „ „ |
| Phosphorsaure Magnesia | 0,1 | „ „ |
| Schwefelsäure | 0,6 | „ „ |
| Kali | 0,5 | „ „ |

Die Trockensubstanz des Schweißes zeigte also folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Organische Substanz | 26,7 Proz. |
| Anorganische Salze | 73,3 „ |

und zwar

| | |
|---|---|
| Chlornatrium | 57,5 Proz. |
| Phosphorsaurer Kalk | 2,2 „ |
| Phosphorsaure Magnesia | 1,1 „ |
| Schwefelsäure | 6,6 „ |
| Kali | 5,5 „ |

[1]) Arch. f. Hygiene **11**, 231 ff., 1890.

Schon Favre fand, daß das Mengenverhältnis der Mineralstoffe im Schweiße ein anderes als im Harne sei, Kast [1]) bestimmte dasselbe nach folgenden Zahlenverhältnissen:

| | Chlor : | Phosphaten : | Sulfaten |
|---|---|---|---|
| Im Schweiße . . . . . | 1 : | 0,0015 : | 0,009 |
| Im Harne . . . . . | 1 : | 0,1320 : | 0,397 |

Von organischen Stoffen finden sich außer den schon genannten (Fette, Cholesterin, Fettsäuren) einmal Spuren von Eiweiß (T. Gaube [2]), die auch schon Leube nach heißen Bädern beobachtete (bis 0,023 Proz.), ebenso nach Pilocarpinvergiftung und beim Morbus Brightii. Im Pferdeschweiß ist Eiweiß immer in bedeutenderen Mengen vorhanden (Leclerc [3]) und Smith, l. c.). Ferner finden sich Kreatinin (Capranica, Cramer, l. c.), aromatische Oxysäuren, Ätherschwefelsäuren (Skatoxylschwefelsäure Kast [l. c.], zuweilen auch Indoxylschwefelsäure, aber von Kast vermißt) und Harnstoff, der mehr als die Hälfte der organischen Bestandteile ausmacht, sowie Spuren von Harnsäure (Tichborne [4]). Kast (l. c.), welcher im Luftbade von 40° bis 45° R möglichst reinen Schweiß sammelte, fand auch die Mengen der Ätherschwefelsäuren wie die der Sulfate geringer als im Harne. Aber das gegenseitige Verhältnis Ätherschwefelsäure zum Sulfatschwefel (1:12 im Schweiße) wich nicht allzusehr von dem im Harne (1:16) gefundenen ab. Wurden jedoch aromatische Substanzen (Salol) gegeben, so kehrte sich das Verhältnis im Harne um, im Schweiße dagegen trat nur eine geringe Änderung ein. Auch diese konstantere Zusammensetzung des Schweißes stellt die Schweißdrüsen mehr den übrigen Drüsen als der Niere nahe. Die Menge des Harnstoffes, die mit dem Schweiße ausgeschieden wird, ist nicht unbedeutend; sie darf nach Argutinskys [5]) und Cramers [6]) Versuchen für die Gesamt-N-Ausscheidung nicht vernachlässigt werden. In einem Versuche mit starker Arbeitsleistung bei hoher Temperatur fand Cramer diesen Anteil bis zu 12 Proz. Nach W. Camerer jr. (l. c.) kamen vom Gesamt-N des Schweißes 34 Proz. auf Harnstoff- und 8 Proz. auf Ammoniakstickstoff, im ganzen also 42 Proz., dagegen machten bei Cramer beide zusammen gleich $^3/_4$ des Gesamt-N aus. Die 11 g Trockenrückstand, welche Hoelscher [7]) aus 1000 g Schweiß gewann, und welche zur Hälfte aus anorganischer Substanz bestanden, enthielten 0,6 g Harnstoff; Strauß (l. c.) fand bei einem Gehalte von 40 bis 66 mg $\overset{+}{U}$ in 100 cm³ Schweiß den Anteil des Harnstoffstickstoffes (nach Schöndorff bestimmt) meist etwas weniger als die Hälfte des Gesamt-N betragend. Das Verhältnis von $\overset{+}{U}$ zu ClNa fand Cramer im frischen Schweiß rund wie 1:3. Bekannt ist, daß in Fällen von Versagen der Niere (Anurie bei Cholera, Urämie) die Menge des mit dem Schweiße ausgeschiedenen $\overset{+}{U}$ so groß wird, daß man die Kristalle auf der Haut abgesetzt findet. Daß aber die $\overset{+}{U}$-Ausscheidung im Schweiße von der durch die Niere in gewissem Grade unabhängig ist, geht hervor aus den Angaben

[1]) Zeitschr. f. physiol. Chem. **11**, 501 bis 507, 1887. — [2]) Malys Jahresber. f. Tierchemie **22** (1892). — [3]) Compt. rend. Paris **107** (1888). — [4]) Lancet 1887. — [5]) Pflügers Arch. **46**, 594 ff., 1890. — [6]) Arch. f. Hygiene **10**, 231 ff., 1890. — [7]) Zit. nach Jahresber. f. Tierchemie **34**, 396, 1904.

von Leube, welcher beobachtete, wie bei starkem Schwitzen die $\dot{U}$-Menge des Harnes sank, gegenüber einer vorher konstanten und nachher wieder erhöhten Ausscheidung, und wie diese Erscheinung auch nicht fehlte, als während des Schwitzens so viel Wasser getrunken wurde, daß die Harnmenge nicht vermindert, sondern sogar erhöht wurde. Körperfremde Substanzen, bzw. solche, welche nur unter besonderen Umständen im Körper gebildet bzw. von ihm ausgeschieden werden, gehen ebenfalls in den Schweiß über; so z. B. Jod, Quecksilberchlorid, Zucker beim Diabetes, ebenso nach Benzoesäuregenuß sowohl diese selbst als auch Hippursäure. Auch von riechenden Stoffen, wie Knoblauch, Zwiebeln usw., wird die Ausscheidung im Schweiße angegeben. Die Absonderung von gefärbtem Schweiß (Chromhidrose) ist mehrfach beobachtet werden; Blaufärbung durch Indigo (Bizio, Hofmann) Pyocyanin und Ferrophosphat (Kollmann). Kast (l. c.) glaubt, da er kein Indoxyl unter den Ätherschwefelsäuren nachweisen konnte und in Ansehung der sehr geringen absoluten Mengen der letzteren, daß die Chromhidrose mit Indigonachweis auf Wucherung chromogener Pilze zurückzuführen sei. Blutschwitzen ist ebenfalls beobachtet worden [1]).

Der individuell wechselnde Geruch des Schweißes rührt größtenteils her von den beigemengten Hauttalgstoffen; doch sollen auch noch unbekannte Substanzen beigemengt sein (Arloing (s. unten).

Die zuerst von Röhrig [2]) behauptete Toxicität des Schweißes gesunder Menschen ist nach Queirolo [3]) bei reinem, sterilisiertem Schweiß nicht nachweisbar; ebenso leugnen sie Capitan und Gley [4]), während Mavrojannis [5]) und vor allem Arloing [6]) die Giftigkeit nachgewiesen zu haben glauben. Arloing hat aber auch in seiner letzten Arbeit keine stichhaltigen Beweise gebracht, welche die Angabe Queirolos und Briegers, daß filtrierter und sterilisierter Schweiß nicht toxisch wirkt, widerlegen könnten. Auch die von ihm gefundene Tatsache, daß ein durch länger dauernde Muskelanstrengung gewonnener Schweiß stärker wirkt als der durch schweißtreibende Mittel erhaltene, spricht eher gegen seine Ansicht.

### 3. Absonderung des Schweißes.

Menge. Eine Angabe über die Menge des in 24 Stunden von den Knäueldrüsen gelieferten Schweißes ist aus begreiflichen Gründen nicht zu machen. Bestimmt man etwa im Respirationsapparat die Größe der Wasserabscheidung durch Verdunstung und sammelt zugleich den mit-abgesonderten tropfbar flüssigen Schweiß (aus Kleidern usw.), so ist damit der Anteil, der auf die Schweißdrüsen kommt, nicht getrennt von der nicht unbedeutenden Wassermenge, welche unabhängig von den Schweißdrüsen durch die Hautoberfläche abgegeben wird.

Man darf allerdings den Anteil der Schweißdrüsen an der *Perspiratio insensibilis* nicht unterschätzen, da auch unter gewöhnlichen Umständen, bei nicht schwitzender oder nicht merklich schwitzender Haut die Schweißdrüsen in Tätigkeit sind.

[1]) Die letztere Angabe zitiert nach Hammarsten, S. 607. — [2]) Jahrb. f. Balneologie 1873, zit. nach Arloing. — [3]) Il sudore nelle mallatie infettive. Mailand 1888, zit. nach Arloing. — [4]) Compt. rend. Soc. Biol. **48** (1896). — [5]) Ebenda **49** (1897) und **50** (1898). — [6]) Ebenda **48** (1896) und Compt. rend. Paris **125** (1897); Journ. d. physiol. **1**, 249 ff., 1899.

Die Methode von P. Aubert[1]) gibt dafür sicheren Anhalt. Befestigt man einem ruhenden, in kühler Umgebung sich befindenden Individuum auf gut rasierter und gereinigter Hautstelle Stückchen von feinem, trockenem Fließpapier, legt diese dann einige Zeit in eine 0,5 proz. Lösung von *Arg. nitric.* und bringt sie ins Sonnenlicht, so sieht man neben einer allgemeinen leichten Bräunung kleinste schwarze Pünktchen von reduziertem Chlorsilber (Silberchlorür), der Verteilung der Schweißdrüsen entsprechend. Schwenkenbecher[2]) hat die Resultate vermittelst der gleichen Methode bestätigt.

Andererseits kann auch das Schweißproduktionsvermögen, wie es während $^1/_2$ bis 1stündiger Heißluftbäder festgestellt wird, nicht auf längere Zeitperioden umgerechnet werden. Es müssen daher die Angaben genügen, die man über die Leistungsfähigkeit der Schweißdrüsen während solcher Schwitzprozeduren gewonnen hat. Strauss (l. c.) erhielt durch Schwitzpackung in einer halben Stunde $^1/_2$ bis 1 Liter Schweiß; Favre[3]) sammelte von einem Manne, der im Dunstbade auf einer Metallrinne lag, in $1^1/_2$ Stunden 1521 bis 2559 $cm^3$.

Bei der ungeheuren Menge von Schweißdrüsen ist diese Leistung einigermaßen begreiflich; relativ noch größer ist sie daher aber auch von einzelnen Körperstellen, wie Stirn, Wangen, Oberlippe, Nase, Kinnfurche, Sternum, Handteller und Fußsohle, sowie Achselhöhle, wo die Schweißdrüsen besonders dicht stehen. Das Verhältnis der secernierten Mengen auf gleichen Flächenstücken der Stirn, der Wangen und des Unterarmes wird wie 100 : 90 : 45 angegeben. Die Zahlen für die abgesonderten Mengen, welche Cramer (l. c.), wie oben erwähnt, aus den abgeschiedenen ClNa-Mengen berechnete, indem er letzteres in den Waschwässern der Unterkleidungsstücke bestimmte, geben — wenigstens für das untersuchte Individuum — gewisse Anhaltspunkte für die unter gewöhnlichen Verhältnissen abgesonderten Mengen. Danach war die tägliche Schweißmenge bei absoluter Ruhe im Bett 190 $cm^3$, bei ruhigem Aufenthalt in der Stube 141 $cm^3$. Für den ruhigen Aufenthalt im Respirationsapparat geben Pettenkofer-Voit eine verdunstete Hautwassermenge von 618 $g/24^h$, also dreimal so viel an.

Die neueren Werte sind sogar noch etwas höher; so erhielt Schwenkenbecher[4]) mit einer sehr guten Methodik (Haarhygrometer) 28 g/Stunde Hautverdunstungswasser bei mittlerer Temperatur, mittlerer relativer Feuchtigkeit und leichter Bekleidung für einen gesunden Mann, der sich mäßig nährt und keine anstrengende Arbeit leistet. Für 70 kg Körpergewicht würde das mit Einschluß des Kopfes 672 $g/24^h$ geben, was der Zahl von Röhrig[5]) (= 660 g sehr nahe kommt.

Dagegen waren die Kleiderschweißmengen Cramers im Freien im Minimum 814 $cm^3$, im Maximum (Marsch im Sommer) 3208 $cm^3$; indes Pettenkofer-Voits Zahlen für den arbeitenden Mann eine Wasserverdunstung von 1411,8 bzw. 2042,5 g durch Haut und Lunge geben. Dabei sind in Cramers Zahlen die Kopfschweißmengen nicht enthalten. Auch Schierbeck[6]) schätzt nach seinen (mit Haarhygrometer angestellten) Versuchen die

---

[1]) Annal. de dermatol. et de syphiligraphie **9** (1877/78). — [2]) Deutsch. Arch. f. klin. Med. **79**, 32, 1903. — [3]) Compt. rend. **35** (1853), zit. nach Ludwig. — [4]) Deutsch. Arch. f. klin. Med. **79**, 29 ff., 1903. — [5]) Deutsche Klinik 1872, S. 211, zitiert nach Schwenkenbecher. — [6]) Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1893 und Arch. f. Hygiene **16** (1893).

Wasserausscheidung eines bekleideten Menschen — unter gewöhnlichen Verhältnissen bei einer Kleiderlufttemperatur von etwa 32° C — auf zwei bis drei Liter in 24 Stunden.

## 4. Bedingungen für das Auftreten der Schweißabsonderung.

Es wurde schon erwähnt, daß die Absonderung des Schweißes durch eine echte Drüsensentätigkeit erfolgt, bzw. daß sie unter der Herrschaft von Nerven steht. Wie nahe die Schweißdrüsen den anderen Drüsen stehen, ergibt sich aus den Versuchen Levy-Dorns[1]). Dieser schloß die Hinterpfote von Katzen in luftdicht befestigte Lampenzylinder ein, in denen der Druck beliebig geändert werden konnte, und er beobachtete noch Sekretion auf Ischiadicusreizung bei einem Außendruck, der denjenigen in den großen Blutgefäßen weit überstieg.

Die nervösen Mechanismen können nun erregt werden durch zentrale Reize, durch Reflexe und durch periphere Reize. Unter allen Reizen ist der bekannteste und wirksamste die Erhöhung der Temperatur. Wird die Wärmeabgabe durch ein Vollbad von etwa Körpertemperatur gehindert, so kann man das rasch auftretende Schwitzen des Gesichtes oder eines Armes, der, vom Vollbade ausgeschlossen, mit einem Gummibeutel (s. oben Cramer) versehen ist, beobachten. Cramer (l. c.) richtete den Schwitzarm noch für ein Lokalbad ein und konstatierte, daß dieses Lokalbad schon auf recht großer Temperaturdifferenz gegen das Vollbad (20° R gegen 31° R) gehalten werden mußte, um das Schwitzen des Armes zu unterdrücken. Ebenso wie Hinderung der Abgabe wirkt Steigerung der Wärmeproduktion, was man am besten bei Zufuhr heißer Getränke und bei Muskelanstrengungen beobachten kann. Die Erwärmung wirkt nun sowohl peripher als zentral; die periphere Wirkung äußert sich in einer erhöhten Anspruchsfähigkeit der Schweißdrüsen für Nervenreizung (Luchsinger u. a.) bei Hauterwärmung, und in Erfolgloswerden dieser Reizung durch Abkühlung, wenigstens soweit mäßige Reize in Betracht kommen (vgl. unten Levy-Dorn); daher auch für die Feststellung des Ursprungs und des Verlaufs von Schweißnerven vermittelst elektrischer Reizung (vgl. unten Langley, l. c.) immer einer Abkühlung des Tieres bzw. der beobachteten Extremität vorgebeugt werden muß, denn Nerven, die sicher viele Schweißfasern enthalten, sprechen nicht an bei sinkender Körpertemperatur. Der gleiche Effekt wie durch Abkühlung wird aber auch durch übermäßige Erwärmung der Haut erzielt. Luchsinger tauchte bei warmem Wetter 10 Minuten lang eine Hand in Wasser von 45° bis 50° C, die andere in solches von 15° bis 30° C; eine darauffolgende Muskelanstrengung ließ an der hoch erwärmten Hand erst nach viel längerer Zeit Schweiß auftreten als an der anderen.

Die zentrale Wirkung der Temperatursteigerung läßt sich einmal demonstrieren vermittelst allgemeiner Erwärmung des Tieres mit gleichzeitiger Durchschneidung der hinteren Wurzeln für die beobachtete Katzenpfote, also indem man reflektorische Erregung ausschaltet, wobei allerdings die Wirkung des erwärmten Blutes auf die peripheren Apparate immer noch hineinspielt. Daß aber diese nicht von Belang ist, zeigt das Ausbleiben des

[1]) Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1893, S. 383.

Pfotenschweißes trotz Temperatursteigerung nach Ischiadicusdurchschneidung. Der Angriffspunkt für die zentrale Wärmereizung liegt überwiegend in der *Medulla obl.* (bzw. in noch übergeordneten Zentren); durch Kahn[1]) ist dies in sehr eleganter Form demonstriert worden. Es wurde durch eine Vorrichtung, wie man sie auch sonst zur Demonstration der Wärmetachypnoe verwendet, das Carotidenblut junger Katzen erwärmt oder abgekühlt, zugleich die Temperatur des Rachens und des Rectums bestimmt.

| Zeit | Temperatur im Rachen | Temperatur im Rectum | Bemerkungen |
|---|---|---|---|
| $5^h\ 50^m$ | 37,2 | 37,5 | Die Fußballen sind seit 30 Minnten blaß und trocken. |
| Erwärmung (des Carotisblutes) | | | |
| 5,51 | 37,4 | 37,5 | Es treten kleine, alkalisch reagierende Tropfen aus den Poren. Die Haut ist blaß. |
| 5,53 | 40,0 | 37,5 | Die Haut wird vorsichtig mit Filtrierpapier abgewischt. |
| 5,54 | 40,6 | 37,6 | Neuerlicher Ausbruch von Schweißtropfen. Die Haut rötet sich. |
| Abkühlung | | | |
| 5,58 | 38,0 | 37,4 | Abwischen. |
| 6,3 | 37,5 | 37,2 | Die Haut ist blaß und trocken. |
| Erwärmung | | | |
| 6,6 | 40,4 | 37,5 | Die Haut ist sehr rot. Starke Schweißtropfen. |
| Abkühlung | | | |
| 6,10 | 37,3 | 37,6 | Abwischen. |
| 6,15 | 37,3 | 37,6 | Die Haut ist blaß und trocken. |
| Erwärmung | | | |
| 6,18 | 39,5 | 37,6 | Die Haut rötet sich, ist aber trocken. |
| 6,20 | 40,0 | 37,6 | Es treten kleine Tropfen aus. |
| 6,22 | 40,2 | 37,7 | Große Schweißtropfen. Die Haut ist sehr rot. Vorsichtiges Abwischen. |
| 6,24 | 40,8 | 37,8 | Große Tropfen. Abwischen. |
| 6,26 | 41,6 | 37,8 | Desgleichen. |
| 6,28 | 41,8 | 37,8 | Desgleichen. Die Haut ist sehr rot. |

Die vorstehende Tabelle zeigt deutlich, wie allein das Kopfblut seine Temperatur ändert, während die Körper- (Rectal-) Temperatur nur um einige Zehntel Grade schwankt. Trotzdem löst schon eine geringe Erhöhung der Kopfbluttemperatur Schweißsekretion aus, der sich mit weiterem Ansteigen die Rötung der Pfote zugesellt, ganz wie es Langley u. a. bei elektrischer Reizung der Schweißnerven beobachteten. Jede Abkühlung macht die Haut wieder blaß und trocken.

Die spinalen Zentren reagieren ebenfalls, wenn auch weniger leicht als die Medulla, auf den Temperaturreiz, dies ist von Luchsinger, Adamkiewicz u. a. gezeigt worden. Daß die Schweißdrüsen aber auch noch bei ziemlich tiefen Temperaturen ansprechen, hat Levy-Dorn[2]) nachgewiesen.

[1]) Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1904, Suppl., S. 130 ff. — [2]) Ebenda 1895, S. 198.

Er erhielt bei abgekühlten Katzen mit 22° C Rectaltemperatur sowohl auf Dyspnoe, als durch reflektorische Erregung oder Nervenfaradisation Pfotenschweiß, dessen Menge nicht unerheblich war.

Eine starke zentrale Wirkung verursacht asphyktisches Blut (Luchsinger, Robillard[1]): Durchschneidet man einer Katze in künstlicher Respiration das obere Halsmark, wartet die Shockwirkung ab und setzt dann die Atmung aus, so fangen sehr bald die Pfoten an zu schwitzen, ebenso wenn die Durchtrennung bis zum neunten Dorsalsegment herab ausgeführt wird; der Erfolg bleibt der gleiche, wenn zugleich die hinteren Wurzeln der beobachteten Extremität abgetrennt werden.

Reflektorische Schweißsekretion kann wohl von jedem zentripetalen Nerven ausgelöst werden. Bringt man Essig, Senf und andere Reizmittel auf die Zunge, so zeigt sich je nach der Individualität ein mehr oder weniger starkes Schwitzen des Gesichts, vornehmlich der Nase und der Stirn; die Pfoten der Katze zeigen Schweißperlen auf den Anblick eines Hundes, der Angstschweiß ist ebenfalls hierher zu rechnen. Greidenberg[2]) hat an Personen mit pathologisch vermehrter Schweißabsonderung deren eventuelle Beschleunigung durch lokale Reize an einer Extremität untersucht. Nach Abtrocknen der Haut mit Fließpapier wurde die Zeit festgestellt, welche unter gewöhnlichen Umständen bis zum Wiederauftreten der Schweißperlen verging; darauf wurde die wieder getrocknete Haut mechanisch (Kitzeln mit Federbart) oder faradisch gereizt und abermals die Zeit beobachtet. Es zeigte sich, daß *ceter. par.* schwache Reize das Wiederauftreten des Schwitzens (um vier bis fünf Minuten) verzögeren, starke Reize es beschleunigen und zugleich die Sekretion vermehren. Zu den reflektorischen Wirkungen ist auch das lokale Schwitzen der Haut über den erregten Muskeln zu zählen, das viele Menschen bei Hantierungen (wie Schreiben usw.) zeigen. Doch ist diese assoziierte Schweißerregung, wenn man das unten Gesagte über die Beziehungen zwischen Schweißterritorien und den Feldern der sensiblen Hautnerven in Betracht zieht, wohl mehr auf letztere als auf sensible Muskelnerven zurückzuführen. Von peripheren Reizen, welche also direkt auf die Drüsen oder auf ihre Nervenendapparate wirken, ist vor allem das Pilocarpin zu nennen, ebenso das Physostigmin. Die stark schweißtreibende Wirkung des Pilocarpins wird durch überwiegende Mengen Atropin prompt sistiert, ebenso wie die auf Nervenreizung erfolgende; hat man dagegen ein Tier so weit atropinisiert, daß auch die stärkste Faradisierung des *N. ischiadicus* versagt — es sind dazu nach Luchsinger nur 0,0015 g nötig — so kann eine subcutane Injektion von Pilocarpin in genügender Menge die lokale Absonderung wieder herbeiführen, und zwar sah Luchsinger zuerst die Sekretion auf Nervenreizung wieder auftreten, später erfolgte auch spontane Absonderung. In Dosen von 0,001 bis 0,004 g bewirkt Pilocarpin nach Strauss[3]) nur lokale Schweißsekretion in der Umgebung der Injektionsstelle. Dagegen sind Muscarin, Campher, Ammon. acet., Nikotin, Strychnin, Pikrotoxin (Luchsinger) Gifte, welche mehr durch zentralen Reiz Schweißsekretion hervorrufen, denn Durchschneidung des *N. ischiadicus* hebt ihre Wirkung auf.

[1]) Thèse de Lille 1880, zitiert nach W. Reid in Schäfers Textbook. — [2]) (Russ.) Referat von Nawrocki in dem Jahresber. über die Fortschr. d. Anat. u. Physiol. **10**, 81, 1881, 2. Abt. — [3]) Compt. rend. Paris v. 7. Juli 1879.

Der Einfluß des Blutstromes bzw. der seiner Unterbrechung ist mehrfach geprüft worden. Daß trotz schlechter oder aufgehobener Durchblutung die Schweißdrüsen dennoch auf Nervenreize hin secernieren, das zeigen deutlich Angstschweiß und Todesschweiß. Besondere darauf gerichtete Versuche, Unterbindung der Bauchaorta (Luchsinger) oder Umschnürung einer Extremität mit elastischem Schlauch (Max Levy[1]) ergaben, daß Nervenreizung noch Schweiß aus der Hinterpfote der Katze hervortreibt, und zwar bis 20 Minuten nach der Ligatur. Längere Absperrung dagegen läßt weder auf Nervenreizung noch auf Pilocarpininjektion mehr Schweiß hervortreten. Diese Luchsingerschen Angaben sind von M. Levy bestätigt worden, dagegen sah er im Gegensatze zu Luchsinger nicht nur nach etwa halbstündiger Anämisierung, sondern noch nach $5^1/_2$ Stunden Erholung eintreten.

Daß die Schweißdrüsen auf die Nervenreizung hin in diesen anämischen Zuständen noch Schweiß secernieren, und nicht bloß die Erregung ihrer Muskelhülle schon vorgebildeten Schweiß auspressen, ist trotz Luchsingers (l. c. S. 424) Experiment keineswegs zweifellos feststehend. Levy-Dorn[2]) weist mit Recht auf die ziemlich großen Mengen des in den Drüsen enthaltenen Sekretes hin; er hat durch seine Versuche mit wachsender Anämie und Wiederfreigebung des Kreislaufs keine unzweideutige Sicherheit gewinnen können. Die *N. N. ischiacidi* waren dabei durchschnitten. Gibt man rechtzeitig die Zirkulation wieder frei, so erholen sich die Drüsen; Max Levy (l. c.) sah dann nicht nur Übererregbarkeit derselben, sondern sogar — wenn die Anämisierung mindestens $3^1/_2$ Stunden gedauert hatte — eine spontane, postanämische Sekretion auftreten. Bedenkt man die außerordentliche Gefäßerschlaffung, die nach langdauernden Zirkulationsabsperrungen eintritt, derart, daß jetzt der Puls durch die Capillaren bis in die Venen spürbar ist, so ist die Deutung Levys, daß der außergewöhnlich große Puls als Reiz auf die Drüsen wirke, nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, obwohl auch die übermäßige Durchblutung und Temperatursteigerung dabei eine Rolle spielen werden.

## 5. Die Schweißnerven.

Wie schon erwähnt, sah Goltz im Jahre 1875 auf Reizung des peripheren Ischiadicusstumpfes neben starker Hyperämie große Schweißtropfen auf den Pfotenballen eines jungen Kätzchens erscheinen; in späteren Versuchen erhielt er den gleichen Effekt am Hunde, und bald wurde diese Beobachtung von anderer Seite bestätigt und erweitert. Ostroumow zeigte 1876, daß Reizung des Bauchsympathicus den gleichen Effekt gibt, daß Ligatur der Aorta das Zustandekommen nicht hindert und endlich daß Atropin ihn vollständig unterdrückt. Diese letzten beiden Umstände deuteten darauf hin, daß man es bei der Schweißabsonderung nicht mit einer einfachen Transsudation, sondern mit einer echten Drüsensekretion zu tun hatte. Luchsinger, der mit Kendall im gleichen Jahre die Untersuchung aufnahm, legte auf diesen Umstand besonderes Gewicht. Die beiden Forscher sahen noch 20 Minuten nach Amputation eines Beines die Schweißtropfen auf Ischiadicusreizung an der Pfote erscheinen; in besonderen Versuchen konnte Luchsinger mit vorsichtig abgestuften Reizen ein viele Stunden lang dauerndes Schwitzen unterhalten und damit dem Einwande begegnen, daß es sich bei den auf Nervenreizung erscheinenden Schweißperlen um ein bloßes Auspressen schon vorher

[1]) Zeitschr. f. klin. Med. **21**, 81 ff., 1892. — [2]) Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1892, S. 155 ff.

gebildeten Sekretes durch die Drüsenmuskulatur handle. Zugleich hatten Kendall und Luchsinger auch durch Reizung des *Plexus brachialis* die Schweißnerven für die vordere Extremität an Hund und Katze demonstriert, ebenso Luchsinger und weiter Nawrocki die Beobachtung von Ostroumow über den Verlauf der Nerven im sympathischen System bestätigt, indem sie auf Reizung des Brustsympathicus dicht unterhalb des *Ggl. stellatum* Schweißsekretion an der Vorderpfote erhielten, und auf Reizung des Halssympathicus beim Pferde und beim Schweine — von Luchsinger wurde die Rüsselscheibe desselben als ein sehr geeignetes Untersuchungsobjekt erkannt — eine solche am Kopfe. In beiden Fällen war es der *N. infraorbitalis* (Trigeminus I. Ast), der sowohl für die Wange des Pferdes, als für die Rüsselscheibe beim Schweine die Fasern führt und dieselben vom *Plexus cavernosus* (Sympathicusgeflecht) erhält; der *N. facialis* ergab ein negatives Resultat. Durch Vulpian und Ott wurden die Resultate bezüglich der Schweißnerven für die vordere Extremität bestätigt. Nawrocki und Luchsinger, sowie Vulpian stellten dann weiterhin fest, daß diese Nerven den Grenzstrang des Sympathicus nur als peripheren Weg benutzen, und daß ihr Ursprung im Rückenmark liegt. Denn als Luchsinger einer Katze das Lendenmark in der Höhe des letzten Brustwirbels durchschnitt, auch das distale Stück des Markes exstirpierte, so trat auf Hitze sowohl als auf Dyspnoe starkes Schwitzen an den Hinterpfotenballen auf, ebenso fand Adamkiewicz dies auf sensible Reizung des Vordertieres. Über die Wurzelhöhe dieses Ursprungs erzielten diese Forscher keine Einigkeit; Luchsinger erklärte die drei unteren Thoracal- und die vier oberen Lendenwurzeln als Quellen der Schweißnerven des Bauchstranges, Vulpian fand nur die beiden ersten Lendenwurzeln wirksam, Nawrocki die *Radices* XIII *dorsalis* und I, II *lumbalis*, Ott XI bis XIII *lumbalis*; ebenso war die Frage, ob neben den sympathischen Bahnen noch direkte, mit den Wurzelfasern für die Skelettmuskulatur direkt in die Nervenplexus übertretende Bahnen existierten, von ihnen nicht entscheidend erledigt worden. In einer außerordentlich gründlichen Versuchsreihe suchte Langley[1]) die Ursachen für dies Auseinandergehen der Angaben zu erforschen, dabei weiterhin die Frage zu beantworten, ob die sympathischen Fasern für die Schweißdrüsen in ihrem Verlaufe mit peripheren Nervenzellen verknüpft seien und, wenn ja, in welchen Ganglien dies geschähe. Für solche Versuche eignen sich, wie schon Luchsinger angab, nur junge, aber erwachsene Katzen, bei alten Individuen ist die Schweißsekretion weniger gut zu erhalten. Daneben kommen individuelle Verschiedenheiten vor, und namentlich muß darauf geachtet werden, daß die Temperatur nicht heruntergeht, was ja bei protahierten Versuchen leicht geschieht, wenn nicht durch besondere Schutzmaßregeln vorgebeugt wird. Eine hauptsächliche Quelle auseinandergehender Angaben bilden nun die anatomischen individuellen Abweichungen in dem Anteil der Wurzelfasern für die Nerven, in besonders hohem Grade beim Vorhandensein überzähliger Wirbel. Langley fand unter 18 genau sezierten Katzen eine mit einem 14. Thoracalnerv, eine mit einem 8. Lumbarnerv. Die 16 Individuen mit normaler Wirbel- bzw. Nervenzahl lassen sich nach den Verschiedenheiten der Wurzelanteile vom

[1]) Journ. of Physiol. **12**, 347 ff., 1891 und **17**, 296 ff., 1895.

*N. genito-cruralis* an bis zum *N. ischiadicus* herab in drei Klassen teilen; die erste Klasse (anteriorer Typus) enthält die Individuen, bei welchen die oberen Wurzelanteile größer waren als die unteren, sie führt durch die zweite Klasse (medianer Typus) mit mehr gleichmäßigen Wurzelfäden zur dritten Klasse (posteriorer Typus), wo die unteren Wurzelfäden die oberen an Stärke übertreffen. Als Beispiel diene der *N. ischiadicus*: er erhält beim anterioren Typus von der VI. *Rad. lumbalis* einen viel größeren Zweig als von der I. *Rad. sacralis*; beim medianen Typus sind beide nicht sehr verschieden, und bei der posterioren Anordnung ist der VI. Lumbarzweig unbedeutend gegen den I. Sacralis geworden, ja der erstere kann ganz fehlen. Bei der Katze mit dem überzähligen Lendenwirbel war der Verlauf der ersten vier Lumbarwurzelanteile so wie sonst für die drei ersten eines Individuums der dritten Klasse. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß bei Experimenten zur Untersuchung der Wurzelanteile für eine bestimmte Funktion (Schweißsekretion z. B.) die entsprechenden Lumbarnerven nur als teilweise homolog bei verschiedenen Individuen zu betrachten sind. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse ergeben die Versuche Langleys, daß die größte Anzahl der sudoriparen Fasern im 1. und 2. Lumbarnerven laufen, daß der 13. Dorsalnerv etwas weniger enthält, am wenigsten aber der 12. Dorsal- und der 3. Lumbarnerv. In den Fällen, wo ein überzähliger Lumbarnerv vorhanden war oder die Plexusbildung den stärksten Grad posteriorer Anordnung zeigte, ergab auch die Reizung des 4. Lumbarnerven Schweißsekretion. Wir können daraus schließen, daß Luchsinger ein Tier mit dieser Anordnung unter den Händen hatte. Langley konnte für solche Fälle aber auch regelmäßig die Verschiebung des maximalen Effektes auf den III. Lumbarnerven feststellen. Was das Ansprechen der Drüsen betrifft, so findet Langley, daß im allgemeinen der Sohlenballen rascher Schweiß liefert als die Zehenballen. Was die Abgabeorte der Fasern an die Nervenplexus betrifft, so ergab sich folgendes: Durchschneidet man den Grenzstrang des Sympathicus oberhalb des 6. Lumbarganglions, so erhält man von keiner Stelle desselben oberhalb der Schnittstelle mehr auf Reizung eine Schweißabsonderung am Hinterbein; ebensowenig, wenn man unterhalb des 2. Sacralganglions durchschneidet und den distalen Stumpf des Grenzstranges reizt. Die grauen *Rami communicantes (Rami viscerales)* des 6. und 7. lumbaren, sowie des 1. und 2. sacralen Grenzstrangganglion liefern also die sekretorischen Fasern für die Schweißdrüsen der Hinterpfote in die entsprechenden Spinalnerven. Und zwar gibt der *Ramus lumbalis* VII die größte Anzahl. Für ein Individuum der oben genannten ersten Klasse versagte einmal der graue *Ramus lumbalis* VI, öfters der *Ramus sacralis* II für Individuen der dritten Klasse. Daß der *Ramus lumbalis* V niemals Schweißsekretion gab, entspricht der Tatsache, daß nur der *N. ischiadicus* die Schweißnerven für die Hinterpfote führt; dieser Nerv erhält auch keinen Anteil aus der 5. Lumbarwurzel. An jungen Katzen gelang es Langley, durch isolierte Reizung der grauen *Ram. comm.* auch die Verteilung ihrer sekretorischen Fasern auf dem Pfotenareal festzustellen. Die beistehenden Diagramme zeigen, daß gewöhnlich jeder *Ram. comm. gris.* das ganze haarlose Pfotenareal mit Schweißfasern versorgt, daß aber die Territorien mit maximaler Faserzahl bzw. mit maximalem Effekt für jeden Zweig vom inneren zum äußeren Fußrande wandern, wenn man von oben

nach unten schrittweise absteigend die *Rami comm.* der Reizung unterwirft. Auch hier macht sich der Einfluß der verschiedenen Plexusbildung geltend derart, daß der mediane Typus die Unterschiede weniger scharf hervortreten läßt, der anteriore auf der inneren Zone bei Reizung des VII. Lumbarnerven ausgesprochenere Sekretion gibt gegenüber dem posterioren Typus. Nebenbei sei erwähnt, daß die vasomotorischen Bezirke in bezug auf die Typenverteilung sich annähernd mit den sekretorischen decken (vgl. auch Blasennerven). Man darf aber die für die grauen *Rami comm.* geltenden Verhältnisse der Territorialabgrenzung keineswegs auf die aus dem Rückenmark austretenden sekretorischen Wurzelfasern übertragen. Wenn, wie erwähnt, der 6. *Lumb. Ram. comm. gris.* vornehmlich die innere Sohlenhälfte, der II. Sacralis die äußere beherrscht, so entspricht dem ersteren keineswegs der weiße *Ram. comm. dorsalis* XI bzw. dem letzteren der Lumbalis IV. Die sekretorischen Fasern einer Wurzel mischen sich vielmehr den grauen *Ram. comm.* mehrerer Ganglien bei. Allerdings rückte in einem Experiment (l. c. 17, 305, 1895) mit successive absteigender Reizung der spinalen Nerven vom XI. Dors. bis 4. Lumb. die Schweißsekretion vom inneren Fußrande nach dem äußeren.

Fig. 129 (a bis d).

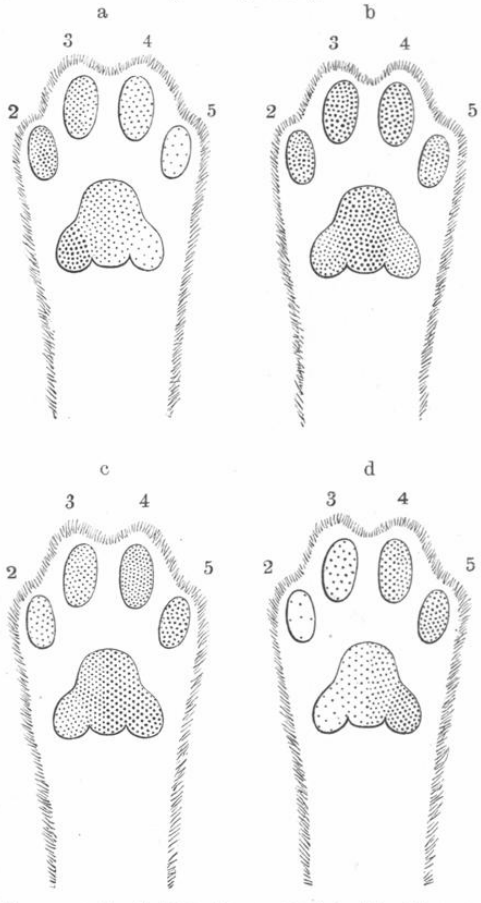



Diagramme der Erfolge einer successiven Schweißnervenreizung an der Hinterpfote einer Katze von mittlerem Typus der Nervenverteilung.

Die Dichte der Punkte auf den Feldern der Sohlen- und Zehenballen dient als Maß der daselbst erhaltenen Schweißmengen. Man erkennt das Wandern des Feldes größter Dichte vom inneren (2) zum äußeren (5) Sohlenrande mit dem Absteigen des Reizens vom 6. Lumbalnerven bis zum 2. Sacralnerven. a = Reizung des 6. Lumbalnerven; b des 7. Lumbalnerven; c des 1. Sacralnerven; d des 2. Sacralnerven. Nach Langley, Journ. of Physiol. **12** (1891), Tafel XIII, Fig. 5.

Vermittelst der Applikation von Nikotin in einer Dosis, welche die Erregbarkeit und Leitfähigkeit der Ganglienzellen, nicht aber die Erregbarkeit und Leitfähigkeit der Nervenfasern aufhebt, fand Langley die Reizung des Grenzstranges oberhalb des 6. Lumbarganglions ohne Effekt — die durchziehenden Fasern der *Arrectores pilorum* des Schweifes, der Vasomotoren für die Genitalien sprachen wie sonst an, ein Zeichen, daß nur die Zell-

relais unterbrochen waren — indes die Reizung der *Ram. comm. gris.* des 6. und 7. Lumbar- sowie des 1. und 2. Sacralganglions in normaler Weise Schweißabsonderung bewirkte. Es erfahren also alle sudoriparen Fasern eine Zellschaltung in einem der vier Ganglien, aber keine weitere in mehr peripher gelegenen sympathischen Stationen. Zugleich ließ sich durch Kombination dieser Versuche mit schrittweiser Durchschneidung der grauen *Rami comm.* zeigen, daß die postganglionären sekretorischen Fasern (die also von der Relaiszelle ausgehen) weiter als über das nächste Ganglion hinaus im Grenzstrang absteigen.

In Übereinstimmung mit Nawrocki fand Langley, daß keine direkten, sudoriparen Wurzelfasern in den Ischiadicus eintreten, denn niemals gab die direkte Reizung einer der unteren Lumbar- oder irgend einer der Sacralwurzeln Schweißsekretion; alle Schweißdrüsennervenfasern passieren den Sympathicus. Es muß allerdings bei solchen Versuchen sehr darauf geachtet werden, daß nicht Stromschleifen auf die von oben eintretenden *Rami comm. gris.* übergehen. Für die vordere Extremität treten nach Langley die Schweißdrüsenfasern durch die 4. bis 9. (eventuell 10.) Dorsalwurzel aus — die meisten durch die mittleren Wurzeln dieser Gruppe —; alle Fasern haben Zellrelais im *Ganglion stellatum* des Grenzstranges und sonst nirgends: direkte sekretorische Wurzelfasern existieren auch hier nicht. Der Nachweis für letztere Tatsache ließ sich unschwer führen. Die genannten grauen *Rami communicantes* führen ihre sudoriparen Fasern durch den *Plexus brachialis* dem *Nervus medianus* und *ulnaris* zu, jedoch gab die direkte Reizung der Wurzeln des achten Halsnerven und des ersten Brustnerven, aus denen die beiden genannten Nerven entspringen, niemals Schweißsekretion. Die Versorgung der verschiedenen Bezirke der Vorderpfotenschweißdrüsen durch die einzelnen grauen *Rami comm.* ist nach den wenigen Experimenten Langleys (l. c. **17**, 307, 1895) ähnlich wie an der Hinterpfote; der 6. und 7. *Ram. comm.* geben bessere Sekretion auf dem inneren als auf dem äußeren Pfotenrande. Nebenbei sei erwähnt, daß die durch Untersuchungen von Sherrington, Langley u. a. fixierten sensiblen Territorien etwa den Schweißfaserterritorien entsprechen derart, daß die sensiblen Fasern eines Bezirks zur gleichnamigen Spinalwurzel laufen, deren zugehöriges Grenzstrangganglion durch seinen grauen *Ram. comm.* die sudoriparen Fasern desselben Bezirks liefert. Für den Kopf sollen die Schweißfasern, welche im Halssympathicus laufen, durch die 2., 3. und 4. Thoracalwurzel das Rückenmark verlassen.

Daß eine Kreuzung der Schweißfasern durch Vermittelung der Anastomosen zwischen den beiderseitigen Grenzstranghälften stattfindet, konnte Langley (l. c.) nachweisen; auf Reizung des Lumbargrenzstranges einer Seite erschien eine geringe Schweißabsonderung auf der gekreuzten Pfote. Neben diesen sudoriparen, allein im Sympathicus verlaufenden Nerven sollen nach Vulpian und Ott Antagonisten (Freno-sudorale Fasern) direkt mit den vorderen Wurzeln zu den Extremitätenplexus hinzutreten; das Schwitzen nach Durchschneidung des Halssympathicus, wie es namentlich am Pferde beobachtet wurde, soll sich aus dieser Annahme erklären. Allerdings hatte diese von Dupuy 1816 zuerst beobachtete Tatsache vorläufig nur als Stütze gedient für die Annahme, daß die Tätigkeit der Schweißdrüsen eine Funktion erhöhten Capillardruckes und damit vermehrter Transsudation sei. Wenn

wir nun auch wissen, daß die Schweißdrüsen als echte Drüsen in ihrer Tätigkeit abhängig von Nerven sind, so sind daneben Durchblutung und Hauttemperatur keineswegs von unbedeutendem Einfluß, und gerade bei dem angeführten Versuche ist doch die Erklärung naheliegend, daß das vermehrte Schwitzen die Folge der Abtrennung der im Halssympathicus zum Kopfe aufsteigenden Nerven ist. Luchsinger ist daher auch geneigt, dieser Erklärung den Vorzug zu geben. Dazu kommt noch, daß nach Luchsinger der Trigeminus auch einige direkte sudoripare Fasern führt; die auf die Sympathicusdurchschneidung erfolgte Anschoppung usw. löse dann einen Reflex von sensiblen Trigeminusfasern auf diese im gleichen Nerven heraustretenden sekretorischen Fasern aus. Damit stimmt überein, daß Luchsinger am chloralisierten Pferde auf Sympathicusdurchschneidung kein Schwitzen erhielt; reizte er aber während der Narkose den peripheren Stumpf des Sympathicus, so trat starke Schweißsekretion zutage. Doch werden von Langley u. a. die echten sudoriparen Quintusfasern bestritten. Ott stützte seine Ansicht auf die von ihm beobachtete Tatsache, daß eine durch Pilocarpininjektion hervorgerufene Schweißabsonderung durch Reizung des peripheren Ischiadicusstumpfes zum Stillstand gebracht wird. Die nächstliegende Annahme, daß der vasoconstrictorische Effekt der Reizung das Resultat bedinge, kann nicht als beseitigt gelten durch die zuerst von Luchsinger gemachte Beobachtung, daß auch am amputierten Gliede Schweißtröpfchen durch Ischiadicusreizung zu erhalten sind. Denn die pilocarpinisierte Drüse kann sich sehr wohl gegenüber der Absperrung der Blutzufuhr anders verhalten.

Dies würde auch gelten für Arloings Experimente, welcher nach Sympathicusdurchschneidung auf Pilocarpininjektion auf der operierten Seite eine stärkere Sekretion erhielt. Arloing selbst ist geneigt, dies durch Wegfall hemmender, nicht direkt, sondern im Sympathicus verlaufender Fasern zu erklären; die Annahme, daß die Pilocarpinwirkung in der höher temperierten, sehr reich durchbluteten Haut sich vollkommener gestalte, ist aber nicht von der Hand zu weisen.

Was von dem Verlaufe und von der Verteilung der Schweißnerven beim Menschen bekannt ist, bezieht sich vorzugsweise auf den Halssympathicus bzw. das Gesicht. Daß hier der *N. trigeminus* Schweißfasern führt, die ihm vom Sympathicus zugeführt werden, und denen vielleicht auch direkte sudoripare Fasern des Quintus sich beigesellen, wird nirgends bestritten; nicht die gleiche Übereinstimmung herrscht über Schweißfasern im *N. facialis*. Die weißen *Rami comm.*, welche dem Halssympathicus die spinalen Schweißfasern zuführen, sind hauptsächlich diejenigen des II. und III., daneben auch des I. und des IV. Brustsegmentes. Damit stimmt überein, daß von den Autoren (vgl. z. B. Seeligmüller[1]), Schlesinger[2]) auch bei Erkrankungen der beiden oberen Brustmarksegmente Störungen der Schweißsekretion des Kopfes (*Hyperhidrosis faciei*) angegeben werden; bei Erkrankungen des Halsmarks sind wegen Beteiligung der spinalen sudoriparen Leitungsbahnen Schlüsse auf den Wurzelaustritt weniger leicht zu ziehen. Die Schweißnerven für Extremitäten laufen in deren größeren Nervenstämmen, auch hier aber ihnen durch Vermittelung des Sympathicus zugeführt.

[1]) Zeitschr. f. Nervenheilk. **15**, 159 ff., 1899. — [2]) Arch. f. Dermat., Ergänzungsband 1900 (Kaposi-Festschrift), S. 243 ff.

## 6. Leitungsbahnen und Zentren.

Schlesinger (l. c.) hat in jüngster Zeit nach den Literaturangaben und nach eigenen Beobachtungen dasjenige zusammengestellt, was über die einschlägigen Verhältnisse beim Menschen bekannt ist. Er hat bei gut diagnostizierten lokalen Rückenmarksaffektionen (Fälle, bei denen extramedulläre Affektionen konkomitieren konnten, wie *Tabes dors.*, diffuse syphilitische Erkrankungen und multiple Sklerose, wurden ausgeschlossen, dagegen verwertet Nekrosen und Hämatomyelien nach Traumen, Stichverletzungen, Tumoren und Syringomyelien), die mit Schwitzanomalien (Hyperhidrosis oder Anhidrosis) verbunden waren, etwa folgendes eruiert. Der ganzen Länge nach ist das Rückenmark von „Schweißbahnen" durchzogen, die Kerne (im weiteren Sinne) bzw. die Kerngruppen der Nervenwurzeln stellen eine Art „Schweißzentren" dar, welche Schweißterritorien beeinflussen, die sich jeweils derart auf die beiden Körperhälften verteilen, daß die Mittellinie die genaue Begrenzung bildet, ein Übergreifen nicht stattfindet. Beachtenswert ist (vgl. oben die experimentellen Resultate von Sherrington und Langley), daß die territorialen Begrenzungen bei ausgebildeter, zentraler (spinaler bzw. bulbärer) Sensibilitätsstörung sich oft für sensible und sudorale Anomalien decken. Die paarigen „spinalen Schweißterritorien erster Ordnung" sind: je eine Hälfte des Gesichtes, des Kopfes, des Halses, Nackens, des oberen Rumpfes und je eine obere und untere Extremität. Die Schweißsekretion in einer Gesichtshälfte (vgl. l. c. S. 250) „wird entweder von einem langgestreckten Zentrum (vielleicht im Halsmark) oder von einer Reihe kleiner, nahe beieinander liegender Zentren im unteren Halsmark besorgt, von denen jedes bzw. jeder Teil ein sich mit den anderen nicht völlig deckendes Schweißterritorium versorgt". Also auch hier, wie bei den experimentellen Feststellungen an Tieren, ein teilweises Übergreifen (vgl. a. Fig. 129, S. 418). Daraus, daß bei spinalen Störungen wohl meist, aber nicht immer mit der *Hyperhidrosis faciei* auch Temperaturerhöhung bzw. Blutüberfüllung besteht, bzw. daß in seltenen Fällen auch Anhidrosis bestehen kann, schließt Schlesinger auf einen getrennten, wenn auch sehr benachbarten Verlauf der vasomotorischen und sudoralen spinalen Fasern für das Gesicht.

Die Schweißbahnen im Rückenmark für Kopf, Hals, obere Extremität und obere Rumpfhälfte verlaufen getrennt und vereinigen sich zu Zentren niederer Ordnung — es kann z. B. im Beginn eines Rückenmarkleidens bald die Hand, bald die Schultergegend in höherem Maße die Hyperhidrosis bzw. Anhidrosis zeigen, meist aber ist die ganze Extremität (Beuge- und Streckseite) befallen. — Diese Zentren liegen aber einander so nahe, daß eine räumlich nicht ausgedehnte Erkrankung mit Schwitzanomalien einer ganzen oberen Körperhälfte einhergehen kann.

Die Zentren für die untere Extremität sind der Lage nach nicht genau bekannt; sie sind von den ersterwähnten getrennt. Affektionen eines oder mehrerer derselben führten zu isolierten Schwitzanomalien der unteren Extremität. Außerdem müssen aber noch lange Schweißbahnen (von höheren Zentren herkommend) im Rückenmark die spinalen Zentren verknüpfen; ihre Erkrankung führt zu allgemeiner Schwitzanomalie in sämtlichen peripher vom Krankheitsherd gelegenen Hautpartien. Ob bestimmt lokalisierte, höhere

Zentren (Hirnrinde) der Schweißsekretion vorstehen, ist noch nicht bekannt. Die Schweißsekretion, welche bei Hervorrufung epileptischer Krämpfe durch Rindenreizung beobachtet wurde, ist wohl nur als sekundäre Begleiterscheinung aufzufassen (vgl. auch Tschermak, dieses Handbuch 4 [2] 44).

## Schlußbetrachtung.

Die Rolle, welche die Schweißsekretion im Wärmehaushalt der homoiothermen Geschöpfe spielt, ist für die Bedeutung derselben weitaus das wichtigste Moment. Es muß daher hinsichtlich dieser Rolle auf das Kapitel über den „Stoffwechsel und die Wärmeökonomie" in diesem Handbuche verwiesen werden. Daselbst wird auch auf die Beziehung zwischen *Perspiratio insensibilis* und fühlbarer Schweißabsonderung eingegangen.

Daß die Schweißdrüsen an der *Perspir. insensib.* einen Anteil haben, ergibt sich unter anderem auch aus der Tatsache, daß dieselbe bei Hunden nicht unbeträchtlich ist, daß sie mit steigender Temperatur zunimmt und daß über die ganze Haut des Hundes Knäueldrüsen verteilt sind, obwohl diese gewöhnlich nur an den Pfotenballen wirklich schwitzen. Weiter zeigten die oben erwähnten Versuche von P. Aubert und Schwenkenbecher, daß auch die Schweißdrüsen des Menschen an der *Perspir. insensib.* beteiligt sind. Andererseits war hervorgehoben worden, daß nach den Versuchen von Erismann u. a. über Wasserverdunstung durch tote Haut und die Erfahrung betreffs Vermehrung derselben über ödematösen Körperteilen die Hautwasserabgabe nicht allein von den Schweißdrüsen bestritten wird. Allerdings sind die Ansichten über den Mechanismus dieses Vorgangs verschieden. Nach den Untersuchungen von Reinhard[1]) und v. Willebrand[2]) verdunstet von allen Epidermiszellen fortwährend Wasser und wird durch Nachdringen aus tieferen Schichten ersetzt; vornehmlich aber sind die Zellen der Ausführungsgänge der Schweißdrüsen sowohl, als die Oberhautzellen ihrer nächsten Umgebung von Schweiß imbibiert und liefern damit günstigste Verdunstungsbedingungen. Die Ansicht von Krause und Donders, daß in den Ausführungsgängen der Knäueldrüsen eine Schweißsäule stände und von deren im Porus gelegenen Oberflächenquerschnitt allein die Verdunstung stattfände, ist wohl zu verlassen. Die Hautwasserverdunstung ist also auf einen physikalischen Prozeß zurückzuführen, der aber in vollkommener Reinheit sich niemals darstellt, weil physiologische Faktoren — Zustand der Hautgefäße und damit auch Wechsel der peripheren Absonderungsbedingungen für die Schweißdrüsen — ihn fortwährend beeinflussen. Damit wird begreiflich, daß es noch nicht gelungen ist, die Zustände der Atmosphäre — relative Feuchtigkeit, Luftbewegung, Barometerstand — in ihrem Einfluß auf die Perspiration ganz eindeutig festzulegen. Sichergestellt ist nur der Einfluß der Temperatur. Steigt diese gleichmäßig, so steigt proportional mit ihr auch die Hautwasserabgabe, selbst wenn die relative Feuchtigkeit der Luft zwischen 40 bis 55 Proz. schwankte. Jedoch von 30 bis 33° C an — die Schwankungen hängen vom Individuum ab — beobachteten Schierbeck (l. c.) sowohl als v. Willebrand ein plötzliches sehr steiles Ansteigen der Perspirationskurve, und das betreffende Individuum hat eine Empfindung von Feuchtwerden der Haut. Der zentrale Wärmereiz hat jetzt bei dieser Temperaturgrenze die Schweißdrüsen zu bedeutend stärkerer Tätigkeit angetrieben, die sich auch in einem plötzlichen Anwachsen der $CO_2$-Abgabe durch die Haut auf das mehr als Dreifache dokumentiert (v. Willebrand, l. c.). Es ist wohl nicht fernliegend, anzunehmen, daß bis zu einer gewissen Grenze die steigende Temperatur durch die Zustandsänderungen, die sie in und auf der Haut setzt, auch die Schweißdrüsen nur lokal beeinflußt — daß von der „kritischen" Temperatur an aber der zentrale Reiz in mächtiger Weise zur Geltung kommt.

Die nicht gering anzuschlagende Wichtigkeit der Schweißabsonderung für die Ausfuhr von N war schon oben betont worden, doch auch nach der

[1]) Zeitschr. f. Biol. **5**, 28, 1869. — [2]) Skand. Arch. f. Physiol. **13**, 337, 1902.

Seite der Wasserhaltung hin können die Schweißdrüsen den Nieren zur Unterstützung dienen. Daß beide Organe hier in enger wechselseitiger Beziehung stehen, kommt vornehmlich bei Krankheiten zum Ausdruck: bei funktionsuntüchtigen Nieren können die Schweißdrüsen bis zu einem gewissen Grade die Regulation übernehmen. Doch ist hier das in der Einleitung Gesagte zu wiederholen, nämlich daß die Schweißdrüsen nicht wie die Nieren in der Menge des Sekrets rasch und vollkommen dem Wasserbedürfnis bzw. dem Wassergehalte des Organismus sich anpassen. Sobald durch hohe Temperaturen oder durch zentrale Reize die Schweißdrüsen zur Tätigkeit angetrieben werden, so sondern sie ab, trotz gesunkenen Wasservorrats oder trotz anämischer Zustände (Ohnmacht).

Von Arloing ist die fäulniswidrige Wirkung des Schweißes betont worden, und Levy-Dorn[1]) hat bei seinen Versuchen über die Wirkung des Firnissens der Haut auch auf die Säuberung derselben durch den, auch gegen bedeutenden Druck noch austretenden Schweiß hingewiesen.

[1]) Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1893, S. 383 ff.