

(Aus dem anatomischen Institut in Strassburg.)

## Ueber Bau und Verhornung der menschlichen Oberhaut.

Von

Dr. **Franz Weidenreich**,  
Assistent am anatomischen Institut.

---

Hierzu Tafel VII u. VIII.

---

Nach dem Stande unserer heutigen Kenntnisse müssen wir die menschliche Epidermis als ein Gewebe betrachten, das sich aus übereinander geschichteten Lagen epithelialer Zellen zusammensetzt, die gegen die Peripherie einer allmählich fortschreitenden Veränderung nach der morphologischen und physiologischen Seite unterworfen sind. Dieser Process characterisirt sich als ein degenerativer, welcher in der zunehmenden mangelhaften Ernährung seinen Grund hat und schliesslich zum völligen Absterben der Zelle führt; er unterscheidet sich aber von ähnlichen Vorgängen im wesentlichen dadurch, dass die todte Zelle nicht einer Auflösung anheimfällt, sondern sich infolge mechanischer Einwirkung aus dem allgemeinen Zellverbände des Körpers löst; dabei ist aus einem kernhaltigen, weichen und protoplasmareichen Gebilde ein kernloses, trockenes und für chemische Reagentien äusserst widerstandsfähiges Schüppchen geworden, das man als verhornt bezeichnet. Der Ersatz für die von der Oberfläche des Körpers verloren gegangenen Zellen wird von einer am weitesten basal gelegenen Zelllage geliefert, die sich ausschliesslich die Fähigkeit der Fortpflanzung bewahrt hat. Indem die Epidermiszellen von dieser Basalschicht nach der Peripherie zurückziehen, vollziehen sich in ihnen die oben angedeuteten Umwandlungen, und da diese schichtweise ihre am meisten charakteristische Ausbildung erfahren, imponiren die Zellreihen jeweils als besondere Lagen, die sich mehr oder weniger scharf von den darunter- oder darüberliegenden abzugrenzen scheinen und die man nach dem Vorwiegen des einen oder des anderen Merkmals mit entsprechenden Namen bezeichnet hat. Eine Untersuchung über das Wesen der

Verhornung kann sich also niemals ausschliesslich auf eine dieser Lagen beschränken, sondern muss sich auf die ganze Epidermis ausdehnen, um eine Ableitung des Gewordenen aus dem Vorhergehenden finden zu können. Diesem Grundsatz entsprechend habe ich alle Schichten der Epidermis zur Untersuchung herangezogen, deren Resultate ich im Folgenden mittheile; ich werde dabei mit der Beschreibung des Stratum Malpighi beginnen, um dann der Reihenfolge nach die anderen Schichten abzuhandeln. Zuvor halte ich es jedoch für nothwendig, mich hier über die Untersuchungsmethoden kurz zusammenfassend zu äussern; auf Einzelheiten werde ich noch an den betreffenden Stellen der Abhandlung zurückzukommen haben.

#### Untersuchungsmethoden.

Was zunächst das Material angeht, so verwendete ich nur Epidermis, die entweder durch Operation gewonnen und sofort in die Fixirungsflüssigkeit eingelegt worden war oder aber sobald als möglich nach dem Tode, höchstens aber sechs Stunden nach demselben, der Leiche entnommen wurde. Zur Anfertigung von Schnitten bediente ich mich stets nur des Materials aus der ersten Quelle, während das aus der letzteren für Maceration und Verdauung verwendet wurde. Gestützt auf die Angaben von Zander (66) habe ich geglaubt, davon absehen zu können, die Oberhaut aller Körperstellen zur Untersuchung heranzuziehen und mich nur auf Vola manus und Planta pedis einerseits, auf Rücken-, Schenkel- und Brusthaut andererseits beschränkt. Auch von der Haut der Planta pedis der Katze wurden Präparate angefertigt. Schnitte von frischem Material wurden nur zur Orientirung über Lagebeziehung und Beschaffenheit von Keratohyalin und Eleidin benutzt.

Als Fixirungsflüssigkeit verwendete ich Alkohol, Formol in 10% Verdünnung des käuflichen Formalins, Zenker'sche Flüssigkeit und Sublimat-Kochsalzlösung; über den Werth des einen oder des anderen Mittels werde ich mich im Verlaufe der Abhandlung zu äussern haben. Zur Einbettung bediente ich mich des Paraffins; Versuche mit überhitztem Paraffin nach Graf Spee hatten weder Vor- noch Nachtheile gezeigt. Bekanntlich huldigt man vielfach der Ansicht, dass zur Einbettung Celloidin vorzuziehen wäre, weil die Härte der Stücke es sonst erschwere oder unmöglich mache, genügend dünne Schnitte zu erhalten. Diese Befürchtung

habe ich indessen nicht bestätigt gefunden, vielmehr ist es mir fast immer gelungen, eine Schnittdicke von 2,5 oder 5,0  $\mu$ , gelegentlich sogar noch eine geringere zu erreichen. Dabei sind allerdings gewisse Kautelen zu berücksichtigen. Vor allem empfiehlt es sich, die Kutis schon vor dem Einlegen soweit als möglich zu entfernen, was man am besten dadurch bewirkt, dass man die Epidermis mittels eines scharfen Rasirmessers flach abträgt; dann dürfen die Stücke nicht zu gross sein und niemals länger als absolut nothwendig in den durchtränkenden Medien bleiben, um unnötiges Hartwerden zu vermeiden. Beim Schneiden stellt man das Messer schräg, etwa in einem Winkel von 45° zum Schlitten und schneide stets, wie Kromayer (30) angibt, vom Stratum corneum gegen die Kutis. Für die weitere Behandlung empfiehlt es sich jedoch nicht, dessen Angaben zu befolgen und die Schnitte in Schalen von Paraffin zu befreien und dort zu färben, sondern nach den allgemeinen Regeln der histologischen Technik mit Wasser aufzukleben und auf dem Objectträger weiter zu behandeln.

Als Färbemittel bediente ich mich theils der Kromayer'schen Modification der Weigert'schen Färbung (30), die mir ausgezeichnete Resultate gab, dann aber vorwiegend der Heidenhain'schen Eisen-Hämatoxylinfärbung, der ich eine Behandlung mit Bordeaux vorangehen oder eine solche mit Rubin folgen liess; mit dieser Methode ist es mir gelungen, einzelne Gebilde in besonderer Schönheit und Deutlichkeit zur Anschauung zu bringen. Weiterhin färbte ich noch mit Hämalaun und der van Gieson'schen Picrinsäure-Fuchsinmischung. Ein Versuch mit dem von Herxheimer (22) empfohlenen Cresylechtviolett gab keine günstige Resultate.

Macerirt wurde in der Wärme entweder in physiologischer Kochsalzlösung oder in Eindrittelalkohol, dem bis zur Sättigung Salicylsäure zugesetzt war; dabei wurde mit Vortheil eine Spur Methylviolettlösung der Macerationsflüssigkeit beigemischt, da die Eigenschaft der Keratohyalinkörper, diesen Farbstoff begierig aufzunehmen, die Orientirung über die Lage der zur Untersuchung entnommenen Hornzellen wesentlich erleichtert. Die isolirten Zellen wurden entweder ungefärbt betrachtet oder mit einer concentrirten wässrigen Methylviolettlösung oder auch nach den An-

gaben von Rausch (49) mit polychromsaurem Methylenblau behandelt.

Zur Verdauung gebrauchte ich die von Unna (63) empfohlene Pepsin-Salzsäuremischung (Acid. muriat. 1,0, Pepsin 0,5, Aqu. 100,0) bei einer Temperatur von 42°, der die Objecte 12 Stunden bis 8 Tage oder länger ausgesetzt blieben; die Verdauung wurde sowohl an ganzen Stücken der Epidermis als auch an Schnitten vorgenommen. Im ersteren Falle wurden die Zellen dann entweder isolirt und ungefärbt oder nach den obigen Angaben gefärbt untersucht, oder nach mehreren Tagen, ehe der Zellverband zu sehr gelockert war, ausgewaschen, in Alkohol gehärtet und dann geschnitten. Bei der Verdauung der Schnitte zeigte sich der Nachtheil, dass die verdaute Hornschicht trotz sorgfältiger Entfettung des Objectträgers sich loslöste und davon schwamm; diesem Missstande begegnete ich mit Erfolg dadurch, dass ich die Objectträger nicht in ein Glas mit der Verdauungsflüssigkeit stellte, sondern diese tropfenweise auf die vom Paraffin befreiten Schnitte goss und dann den Träger wagerecht in einer feuchten Kammer in den Brutofen brachte. Die verdauende Wirkung war dieselbe, nur dass jetzt die Schnitte in der Mehrzahl auf dem Glase haften bleiben; in diesem Falle geschah die weitere Behandlung nach Abwaschen der Verdauungsflüssigkeit wie üblich; hatten sich aber doch noch einzelne Schnitte losgelöst, so wurde die Verdauungsflüssigkeit mit Filtrirpapier abgesogen und durch Wasser ersetzt, das dann wieder zum Aufkleben diente. Die Färbung solcher Schnitte geschah mit Hämalaun oder Heidenhain'schem Eisenhämatoxylin.

### Stratum Malpighi.

Die unterste Schicht des Strat. Malp. besteht bekanntlich aus eigenthümlichen cylinderförmigen Zellen, die der Kutis unmittelbar aufsitzen. Herxheimer (21) gelang es, in dieser Lage mit Hilfe der Weigert'schen Fibrinmethode lange, spiralig gewundene Fäden nachzuweisen, die sich 2 bis 3 Zellreihen tief in die Epidermis hinein fortsetzen sollten. Während E d d o w e s (11) diese Spiralen für Fibrin hielt, dem eine intercellulare Lage zukäme, sprachen sie Kromayer (28) und Rabl (42) für echte Protoplasmafasern an, Herxheimer und Müller (24) glauben sie als Zellconturen auffassen zu müssen, derart, dass sie

Anschnitte einer homogenen, die Zelle umschliessenden Membran wären. Dieser Standpunkt wurde in einer späteren Arbeit (22) von Herxheimer dahin präcisirt, dass diese Membran nur „verdichtetes und stärker tingirbares“ Protoplasma wäre. Nach Beneké (3) sind die Fasern ebenso wie die des übrigen Strat. Malp., denen er sie also gleichstellt, cuticulare, membranartige Bildungen; für Kunstproducte infolge der bei der Weigert'schen Fibrinmethode zur Anwendung gebrachten schrumpfenden Reagentien, wie Alkohol, Anilin und Xylol sind sie von Ehrmann (12) und Schütz (54) gehalten worden.

Ich habe die fraglichen Spiralen auf Schnitten von Haut, die in Alkohol oder Zenker'scher Flüssigkeit gehärtet,  $2,5\mu$  dick geschnitten und mit Heidenhain'schem Eisenhämatoxylin bei nachfolgender Rubinfärbung behandelt war, ebenso deutlich wie mit der Kromayer'schen Methode darstellen können. Fig. 1 gibt eine Stelle eines derartig gefärbten Präparates wieder. Die Möglichkeit, die Fasern mit einer von dem Weigert'schen Verfahren oder seinen Modificationen verschiedenen Färbung darzustellen, entkräftet sofort die Annahme derer, die sie für Artefacte halten. Die austrocknende Wirkung des Anilins und Xylols, mit denen die Schnitte bei der Färbung überhaupt nicht in Berührung kommen, kann also ihre spirallige Form nicht herbeiführen. Das Einzige, was noch etwa eine Schrumpfung bei der obigen Behandlung verursachen könnte, wäre die Fixirung und diese Möglichkeit wäre bei den mit Alkohol fixirten Präparaten a priori zuzugeben. Nun erhält man aber die Spiralen in gleicher Weise, wenn man den Alkohol ausschaltet und die Hautstücke in Zenker'scher Flüssigkeit fixirt; an Stelle der vielleicht schrumpfenden, tritt dann in letzterem Mittel eher die quellende Wirkung der in ihr enthaltenen Müller'schen Flüssigkeit und des Eisessigs. Wenn man einen Unterschied zwischen den nach der alten und den nach meiner Angabe dargestellten Fasern constatiren will, so würde er höchstens darin bestehen, dass die Spiralen etwas dünner und weniger stark gewunden erscheinen; die Differenz ist jedoch nach dieser Seite hin, wie die Abbildung zeigt, nur eine minimale, sodass ich glaube, soviel als feststehend aufstellen zu können: Die Herxheimer'schen Spiralen sind keine durch die Fixation oder durch das Färbeverfahren bedingten Kunstproducte; sie sind von Natur

aus spiralförmig, auf die Deutlichkeit ihrer Form übt dagegen die Behandlung einen geringen Einfluss aus.

Die Frage nach dem intra- oder intercellularen Verlauf kann auf Grund derselben Präparate rasch erledigt werden. Niemals verlaufen die Fasern innerhalb des Intercellularraums zwischen zwei Zellen. Man sieht allerdings gelegentlich Bilder, wie sie in Fig. 1 bei *a* dargestellt sind, dass nämlich eine einzelne Spirale ohne Zusammenhang mit einer Zelle erscheint; auf die Deutung dieses Phänomens werde ich unten zurückkommen. Dass es sich hierbei jedoch nicht um ein isolirtes, sondern um ein einer Zelle angehöriges Gebilde handelt, wird ohne weiteres klar, wenn man beachtet, dass eine solche Faser beiderseits von einem von Brücken durchzogenen Intercellularraum umgeben ist. Spiralen ohne deutliche Beziehung zu einer Zelle habe ich niemals sehen können.

Die Ansicht Eddowes', dass die Spiralen aus intercellular gefälltem Fibrin beständen, scheint mir durch Herxheimer und Müller genügend widerlegt; von einer intercellularen Lage kann, wie eben gesagt, keine Rede sein.

Was nun die Art der Fasern betrifft, so halte ich mit Kromayer und Rabl für feststehend, dass es sich um echte Protoplasmafasern handelt. Ihren Verlauf hat Kromayer genau beschrieben; ich habe dem nichts hinzuzufügen, Letzterem gegenüber möchte ich nur ihre durchaus periphere Lagerung hervorheben, so dass auf einem Halbirungsschnitt durch die Zelle parallel mit der Faserrichtung niemals noch eine Zone faserlosen Protoplasmas gegen den Intercellularraum hin zu beobachten ist. Auch auf Querschnitten bilden die Fasern stets einen peripheren Ring um die Zelle. Aus eben solchen Schnitten geht aber auch hervor, dass nicht, wie Kromayer (31) anzunehmen scheint, das Protoplasma nur aus Fasern besteht, vielmehr ist gelegentlich zwischen ihm und dem Kern eine allerdings dünne Lage von homogenem Protoplasma nachweisbar, in der ich wie Herxheimer und Müller ab und zu feine Fasern beobachten konnte. Jedenfalls sind die Spiralen nicht als Querschnitte einer Membran zu betrachten d. h. einer homogenen Schicht differenzirten Protoplasmas; dagegen spricht einmal, dass es nie gelingt, eine Flächenansicht einer solchen Membran zu Gesicht zu bekommen; stets haben die Zellen,

die sich von ihrer Vorderfläche präsentiren, einen faserigen Bau (*b* bei Fig. 1 gibt davon ein deutliches Bild); zweitens aber zeigt ein Querschnitt, der genau senkrecht zum Verlauf der Spiralen getroffen ist, nie einen continuirlichen Kreis, sondern setzt sich aus einzelnen Punkten zusammen, die eben Querschnitte von Fasern darstellen, zwischen welchen homogenes Protoplasma nachweisbar ist. Meine Bilder stimmen darin völlig mit denen Kromayers überein, so dass ich von einer Wiedergabe derselben Abstand nehmen kann. Gleichmässigen, ringförmigen Conturen, wie sie Herxheimer und Müller (Taf. IV Fig. 3) abbilden, können zweierlei Fehlerquellen zu Grunde liegen; einmal werden solche geschlossenen Ringe vorgetäuscht, wenn der Schnitt nicht genau senkrecht zur Faserrichtung geführt ist, weil man dann keine isolirten Punkte, sondern kurze Striche erhält, die im optischen Bilde schon bei Schnitten von etwas über  $5\ \mu$  an den Enden in einander überzugehen scheinen, dann aber auch, wenn der Schnitt nicht genügend differenzirt ist, weil dann die zwischen den Fasern gelegenen Protoplasmatheile den Farbstoff noch nicht abgegeben haben. Fasern, wie in Fig. 1 bei *a* abgebildet, erhält man dann, wenn zufällig die äusserste Peripherie einer Zelle gerade angeschnitten wird oder wenn, wie Raibl hervorhebt, die Platten von Flügelzellen aus der zweiten Schicht der Epidermis auf dem Querschnitte getroffen werden.

Was die Intercellularbrücken angeht, so erstrecken sich diese zwischen den Spiralfasern in ihrer ganzen Ausdehnung bis zur Kutis. Knötchenförmige Anschwellungen in der Mitte der Brücke waren stets mehr oder weniger deutlich nachweisbar. Wenn Herxheimer und Müller sie nicht beobachten konnten, so trägt die Schuld daran die Methode; bedient man sich zur Färbung des Eisenhämatoxylin, so sind sie stets bei sorgfältig darauf gerichteter Differenzirung als intensiv schwarze, meist spindelförmige Gebilde nachweisbar. Die Brückenfasern konnte ich hier nicht weiter als bis zur Zelloberfläche verfolgen; die Intercellularräume reichen bis unmittelbar zur Kutis herab. Die Basalzelle ist bekanntlich in ihrem oberen Theile, wo sie den Kern in sich birgt, oval, unterhalb desselben zeigt sie eine deutliche Einschnürung und bildet dann nach unten einen abgestumpften Kegel, dessen Basis der Kutis aufsitzt; dementsprechend zeigen die am beiderseitigen Zellrande verlaufenden Spiralfasern

eine gegen die Mittellinie der Zelle gerichtete Einbuchtung unterhalb des Kerns, um dann wieder von einander zu divergiren; dabei erreichen sie mit ihrem Ende die Spiralfasern der Nachbarzelle und grenzen so die Intercellularräume gegen die Kutis zu ab. Aus Fig. 1 wird dies deutlich. Entsprechend der Zellcontur erscheinen die Intercellularräume weiter oder enger, die Brücken länger oder kürzer, ohne dass sich in dem Aussehen ihrer medialen Anschwellung eine Aenderung nachweisen liesse.

Neben den Spiralfasern hat Herxheimer (21) noch eigenthümliche büschelförmig angeordnete Fasern beschrieben, die er selbst für Protoplasmafasern hält. Kromayer (28) glaubt, dass diese Büschel in der Weise zu Stande kämen, dass die Protoplasmafasern benachbarter Zellen den Raum zwischen sich ausfüllen; die Büschel würden sich demnach aus verschiedenen Zellen zusammensetzen. Ich vermag dieser Anschauung nicht beizutreten. Die sog. Büschel liegen stets in dem als kegelförmig beschriebenen Basaltheil der Zelle und werden durch die Spiralfasern von dem Intercellularraum abgegrenzt. Ein Theil der Büschelfasern setzt sich nach oben hin gegen die Spiralfasern zu fort und verläuft mit diesen um den Kern herum, ein anderer hört kurz abgeschnitten unter diesem auf. Wie oben beschrieben, umgibt eine äusserst schmale Zone von Protoplasma den Kern, in deren Peripherie eben die Spiralfasern verlaufen; gegen die Kutis zu breitet sich aber das Protoplasma nach einer deutlichen Einschnürung unmittelbar unterhalb des Kernes aus; die Fasern sind also in dem Kerntheil der Zelle auf eine enge Zone zusammengedrängt, in der Basis vermögen sie sich dagegen auszudehnen, sie strahlen gewissermassen gegen die Kutis zu aus; dabei bleiben die stärksten stets in der Peripherie des Protoplasmas, sie stellen die Spiralfasern dar, während die schwächeren die übrige Protoplasma-masse durchziehen. Durch dieses Ausstrahlen von der verengten Stelle her gegen die Kutis zu entsteht die Büschelform, jedes Büschel besteht also aus Fasern einer einzigen Zelle. Wäre Kromayer's Angabe richtig, so müssten zwischen den Büscheln selbst wieder Intercellularräume- und Brücken nachweisbar sein, das ist jedoch nie der Fall; nur an ihrem äussersten Ende nähern sich die Spiralfasern der benachbarten Zellen und bilden so die Intercellular-

räume von unten her begrenzend die Trennung des Epithels gegenüber der Kutis.

Alle Fasern einer Zelle und ebenso die ihrer Nachbarzellen reichen gleich weit herab, so dass also die Epidermis gegen die Lederhaut durch eine gleichmässige Linie abgesetzt erscheint. Niemals lässt sich feststellen, dass die Fasern einer Epidermiszelle tiefer in die Kutis herabreichen, als die einer anderen. Färbt man die Schnitte, die mit Eisenhämatoxylin behandelt waren, mit Rubin nach, so erscheinen die Fasern der Epidermis schwarz oder dunkelbraun, die der Kutis roth (Fig. 1). Loeb (33) und Beneke (3) haben die Behauptung aufgestellt, dass Fasern der Epidermis direkt in solche der Kutis übergehen sollen. Ein derartiges Verhalten konnte ich gleichfalls niemals konstatiren, die schwarzen Fasern hören vielmehr an einer bestimmten Grenze plötzlich auf, und die rothen fangen dort an; ein Zusammenhang, der sich doch dadurch charakterisiren müsste, dass einmal die schwarze Färbung weiter herabreicht oder die rothe weiter hinauf, existirt also nicht. Dagegen sieht man deutlich Fasern aus der Kutis gegen den basalen Theil der Epidermiszelle zu ausstrahlen. Ueber ihr näheres Verhalten vermag ich mit Sicherheit nichts auszusagen, was ja hinreichend durch die ausserordentliche Feinheit der Gebilde auch bei den stärksten Vergrösserungen erklärlich ist. Es ist jedoch aus genetischen Gründen wahrscheinlich, dass ein Eindringen von Kutisfasern in das Protoplasma der Epidermiszelle selbst auszuschliessen ist. Vielmehr scheint die Verbindung beider Lagen durch Ineinandergreifen hergestellt zu sein und zwar derart, dass ebenso wie die Fasern der Epidermiszelle auch das übrige Protoplasma gegen die Basis zu auseinanderweicht, das Protoplasma also gewissermassen ausgefranst ist. Zwischen diese ausgefranstesten Protoplasmaparthieen dringen nun die Fasern der Kutis ein, ohne aber in die Protoplasmafasern oder in das übrige Protoplasma überzugehen.

Der Zusammenhalt beider Theile wird wahrscheinlich durch eine Kittsubstanz bewerkstelligt. Dass jedenfalls die Verbindung zwischen Kutis und Epidermis eine leicht lösliche ist, geht aus den Angaben von Philippson (38) und Loewy (34) hervor, nach denen schon eine  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$  % Essigsäurelösung, vielleicht jede organische- oder Mineralsäure, genügen soll, eine glatte Trennung herbeizuführen. Wie Rabl (42) treffend betont,

macht dieses Verhalten das Vorhandensein einer Kittsubstanz äusserst wahrscheinlich, schliesst dagegen einen Zusammenhang durch elastische Fasern, die sich nach den Angaben von Schütz (54) direkt in die Fasern der Epidermis fortsetzen sollen, mit Sicherheit aus.

Wenn ich nunmehr zu der Betrachtung der Zellen des eigentlichen Strat. Malp. übergehe, so habe ich mich über folgende Punkte zu äussern:

- I. über den Bau der Zelle,
- II. „ „ Verlauf der Portoplasmafasern,
- III. „ „ die Membran und die Intercellularstructur.

I. Durch die Entdeckung Ranvier's (46), dass das Protoplasma der Zelle des Strat. Malp. einen fibrillären Bau zeige, ist die Aufmerksamkeit aller folgenden Beobachter mehr oder weniger auf die Art und den Verlauf dieser faserigen Structur gerichtet worden. So kam es, dass, trotzdem Ranvier selbst noch von einem interfibrillären Protoplasma spricht, in den meisten Arbeiten ein Hinweis auf den Theil des Protoplasmas fehlt, der neben den Fibrillen die Zelle ausmacht. Soweit ich die Literatur übersehe, war es Unna (61), der zum ersten Mal wieder die Aufmerksamkeit auf jenen zwischen den Fasern gelegenen Theil des Protoplasmas lenkte. Nach ihm würde sich das „Epithelprotoplasma“ aus einem Spongioplasma und einem Granoplasma zusammensetzen. Das erstere soll eine homogene, durchsichtige und sehr schwer färbbare Masse sein, welche die Epithelfaserung und den Kern allseitig umhüllen und sich auch etwas auf die Intercellularbrücken fortsetzen soll, während das letztere in Hohlräumen der spongiösen Substanz als körniger Wandbelag oder als mehr oder weniger dicht gepresste Körner oder Bröckel seine Lage haben soll. Beide Substanzen sollen das eigentliche Substrat der Verhornung bilden. Neuerdings hat Herxheimer (22) gleichfalls das Vorhandensein eines „Epithelprotoplasmas“ beschrieben. Mit Hilfe einer Cresylechtviolettffärbung ist es ihm gelungen, einen netzförmigen Bau des Protoplasmas nachzuweisen, der also Unna's Spongioplasma entsprechen würde, dagegen erklärt er die Körnelung d. h. das Granoplasma für eine pathologische oder postmortale Erscheinung. Ihm ist dieser netzförmige Bau ein Beweis dafür, dass das Protoplasma wabige Structur im Sinne Bütschli's habe, die Netze wären nichts anderes

als querdurchschnittene Wabenwände. Die erst aufgestellte Behauptung, dass die Protoplasmafasern durch Fixirung und Färbung sich als Fasern darstellende Wabenwände wären, hat er jedoch in einer späteren Mittheilung (23) auf Grund eines besseren Differenzirungsverfahrens zurückgenommen und lässt nun die Protoplasmafasern innerhalb der Wabenwände verlaufen. Ich habe mich zur Darstellung dieses Theiles des Protoplasmas der von Herxheimer angegebenen Methode bedient, ohne jedoch trotz genauer Befolgung der empfohlenen Fixirung und des Färbeverfahrens zu günstigen Resultaten zu kommen. In zwei Punkten bin ich allerdings von seinen Angaben abgewichen, einmal habe ich nicht in Celloidin, sondern in Paraffin eingebettet und dann habe ich nicht Schnitte von  $8\mu$ , sondern von  $2,5\mu$  gemacht; trotzdem erhielt ich stets ein negatives Resultat. Bilder, wie sie Herxheimer in Fig. XII abbildet, habe ich zwar gelegentlich sehen können, aber ich gestehe offen, dass ich nicht den Muth habe, auf Grund dieser absolut nicht specifisch erscheinenden Färbung eine Theorie über den Bau des Protoplasmas der Epidermiszellen aufzustellen. Das einzige, was ich mit dieser Methode finden kann, ist eine Bestätigung der Herxheimer'schen Angaben, dass die Fasern, bes. auch die Intercellularbrücken, einen mehr bläulichen Ton haben gegenüber einem mehr röthlichen des übrigen Protoplasmas. Bei der Färbung mit Eisenhämatoxylin und Nachbehandlung mit Rubin gelingt es jedoch, genügend dünne Schnitte soweit zu differenziren, dass die Fasern dunkelbraun oder schwärzlich hervortreten, während der übrige Zellbestandtheil roth gefärbt wird. Dieser Theil macht bald den Eindruck eines mehr granulirten, bald den eines mehr gerüstartigen Baues (Fig. 2), sodass ich nicht in der Lage bin, mich in dieser Hinsicht bestimmt zu äussern. Nur gegenüber der Annahme Herxheimer's, dass die Protoplasmafasern in den Wabenwänden verlaufen sollen, möchte ich betonen, dass die Fasern viel zu dick sind, als dass ein derartiger Verlauf in den nach der Herxheimer'schen Darstellung in der oben erwähnten Figur ausserordentlich schmalen Wabenwänden möglich wäre. Jedenfalls aber dürfen wir soviel als feststehend annehmen, dass die Zellen des Str. Malp. neben den Fibrillen noch eine deutliche protoplasmatische Structur zeigen, über deren besonderen Bau bei den ungemein feinen Verhältnissen sich mit Sicherheit kaum etwas

aussagen lässt. Durch die Weigert'sche Fibrinmethode, die nur die Fasern zur Anschauung bringt, ist dieser zweite Zelltheil, der, wie ich später auseinanderzusetzen habe, eine wesentliche Rolle in dem nekrobiotischen Process spielt, mehr in den Hintergrund gedrängt worden. Der Kürze wegen empfiehlt es sich, die Protoplasmafasern als Fibrillarstructur und den protoplasmatischen Rest als Interfibrillarstructur zu bezeichnen.

II. Von einem Ueberblick über die Geschichte der Protoplasmafaserung glaube ich absehen zu können. Das Verdienst, sie zuerst gesehen und beschrieben zu haben, kommt jedenfalls Ranvier zu, während Kromayer (30) uns eine Methode gelehrt hat, die sie in besonderer Schärfe und Schönheit darzustellen ermöglicht. Ueber die Natur der Fasern sind die Ansichten noch getheilt; während Ranvier sie noch in seiner letzten Arbeit (47) für Differenzirungsproducte des Protoplasmas hält (*élaborés par lui*), ähnlich den Stärkekörnern der Pflanzenzelle, vertreten wohl jetzt die meisten Autoren, so bes. Flemming (16), Unna (60), Rabl (40), Kromayer (30) und Herxheimer (22) die Ansicht, dass sie echtes Protoplasma im Kupffer'schen Sinne wären. Was den Verlauf der Fasern angeht, so hat gegenüber der Annahme, dass die Fasern die ganze Zelle gleichmässig durchsetzen, zuerst Beneke (3) die Behauptung aufgestellt, dass sie cuticulare, membranartige Bildungen seien; die nach ihm scheinbar das Protoplasma darstellenden Fibrillenzüge erklärt er als cuticular, indem er kurzweg den ganzen Zelleib bis zur nächsten Umgebung des Kernes zur Cuticula rechnet. Schütz (54) ist dieser Auffassung insofern beigetreten, als nach ihm die Fasern nur in der Rindenschicht des Protoplasmas, nicht aber im Innern der Zelle vorkommen sollen. Dagegen wendet sich Kromayer (31), indem er hervorhebt, dass bei dicken Schnitten nur die oberflächlichen Lagen gefärbt würden, die tiefern aber farblos bleiben. Herxheimer (22) will an Kromayer's eigenen Präparaten eine Bestätigung der Angaben von Beneke gefunden haben; an diesen soll gleichfalls die nächste Umgebung des Kerns von Fasern frei erscheinen. Zur Beurtheilung dieser Frage ist, wie Kromayer treffend hervorhebt, äusserste Dünne der Schnitte erstes Erforderniss, Schnitte von  $10\mu$ , ja schon von  $5\mu$  sind dazu völlig ungeeignet. Ich habe in Fig. 3 einen Schnitt wiedergegeben, der  $2,5\mu$  dick und nach den Angaben Kromayer's gefärbt ist, in

Fig. 4 einen von der gleichen Dicke mit Heidenhain'schem Eisenhämatoxylin mit nachfolgender Rubinfärbung behandelt.

Bei *a* in Figur 3 ist die Zelle in ihrer Gesamtheit von Fasern durchzogen, die in verschiedenen Richtungen sich kreuzend, Netze untereinander bilden; die Fasern erstrecken sich bis zu der Kernhöhle, in welcher der geschrumpfte und ungefärbte Kern gelegen ist. Dabei fällt auf, dass die Faserung keine gleichmässige ist, insofern als man dickere und dünnere Fasern unterscheiden kann. Die Vertheilung dieser Fibrillen ist jedoch keine willkürliche, sondern stets verlaufen die stärksten an der äussersten Peripherie der Zelle und zwar wiegt bei ihnen eine mehr parallele Anordnung vor. Ist die Zelle, wie bei *b*, in der Richtung des Faserverlaufs getroffen, so erscheinen sie als deutliche Zellconturen; ist sie dagegen senkrecht zur Verlaufsrichtung geschnitten, so ist der Zellrand eingefasst von einer Reihe dicker Punkte, wie sie bei *c* wiedergegeben sind. Es ist selbstverständlich, dass man gelegentlich auch Zellen sieht, in denen solche besonders dicken Fasern mitten durch den Zelleib zu verlaufen scheinen; die Zellen *d* zeigen ein derartiges Verhalten. Jedoch sind dies nichts anderes als Oberflächenbilder, wie man daraus erkennt, dass bei geringem Heben des Tubus nun eine deutliche feine Punktirung erscheint, die Querschnitte der Interellularbrücken. Niemals konnte ich an Zellen, die genau durch die Mitte getroffen waren, in denen man also eine grosse Kernhöhle mit reichlichem Protoplasma in ihrer Umgebung und besonders an den Polen vor sich hatte, stärkere Fasern erkennen, die am äussersten Pol beginnend in der Mittellinie der Zellen gegen die Kernhöhle zu verlaufen wären, stets lagen solche Fibrillen nur in der äussersten Peripherie. Dass es sich dabei um ungleiche Differenzirung gehandelt hat, ist schon deswegen auszuschliessen, weil ja thatsächlich auch im Zellinnern feinere Fasern ebenfalls deutlich zu erkennen waren. Jedoch ist diese Anordnung nicht so zu verstehen, als ob beide Faserarten scharf von einander getrennt wären, im Gegentheil lässt sich stets ein inniger Zusammenhang und Uebergang zwischen beiden nachweisen. Das Verhalten der Fasern findet man in derselben charakteristischen Weise wieder an Präparaten, die wie Figur 4 mit Eisenhämatoxylin behandelt sind; auch hier verlaufen die stärksten Fibrillen peripher, während sich im Zellinnern nur ein Netzwerk

feinster Fasern zeigt. Ich habe diese Figur bes. auch deswegen wiedergegeben, um den zwischen den Fasern gelegenen Theil des Protoplasmas zur Anschauung zu bringen, der bei der Kromayer'schen Methode sich nur durch einen leichten Ton gegenüber wirklichen Gewebslücken zu erkennen giebt. Was das Verhältniss zwischen Fibrillar- und Interfibrillarstructur angeht, so scheinen beide in Wechselbeziehung zu einander zu stehen. Während nämlich die interfibrilläre Substanz im periphersten Theil, also im Gebiet der starken, mehr parallel und dichter aneinander gelagerten Fibrillen in geringerer Stärke nachweisbar ist, wird sie gegen den Kern zu reichlicher in dem Maasse, als die Fasern an Kaliber abnehmen. Etwas Aehnliches hat jedenfalls Herxheimer (22) gesehen, wenn er angiebt, dass in der Zellperipherie seine Netze, in deren Wänden ja die Fibrillen verlaufen sollten, gröber seien und gegen das Centrum engmaschiger würden, d. h. das Material, aus dem sich die Interfibrillarstructur zusammensetzt, ist spärlicher an der Peripherie, reicher gegen die Mitte der Zellen zu vorhanden.

Neben diesen Fasern haben Ranvier (45), Renaut (51) und Kromayer (30) ausserordentlich lange Fibrillen beschrieben, die sich 2, ja sogar 5 und noch mehr Zellen weit erstrecken und diese getrennt liegenden Zellen untereinander in Verbindung setzen sollen. Ich möchte schon hier erwähnen, dass es mir nicht gelang, mich von dem Vorhandensein solcher fortlaufenden Riesenfasern zu überzeugen; bei der Besprechung der Inter-cellularstructur werde ich noch darauf zurückzukommen haben.

Auf Grund meiner Präparate glaube ich also über die Fibrillarstructur der Zelle des Strat. Malp. soviel aussagen zu können:

- 1) Die Zelle wird in ihrer ganzen Ausdehnung von der äussersten Peripherie bis zur Kernhöhle von Fasern durchzogen;
- 2) die Fasern sind nicht alle von gleichem Kaliber; weitaus die stärksten liegen an der Peripherie und umkreisen in mehr paralleler Anordnung die Zelle, während die feineren im Zellinneren ein dichtes Maschenwerk bilden;

- 3) zwischen beiden Fasersorten besteht ein Zusammenhang und Uebergang;
- 4) die im Gebiete des peripheren Theils mehr spärliche Interfibrillarstructur scheint gegen das Centrum der Zelle an Masse zuzunehmen.

Wenn auch Beneke (3) entschieden zu weit geht, indem er den grössten Theil des Zelleibes zur Cuticula schlägt, um so seine Ansicht zu begründen, dass die Fasern nur cuticulare Bildungen wären, so hat er doch insofern Recht, als er die starken Fasern, die er offenbar gesehen hat, für eine stärkere Differenzirung des peripheren Zellprotoplasmas hält. Von einer ausgesprochenen Membran zu sprechen, empfiehlt sich für diese Bildung nicht, da damit doch immer der Gedanke an etwas Abtrennbares verbunden ist, oder doch an eine Structur, die einen mehr homogenen Charakter hat und mit dem Eingehüllten in keinem oder nur in lockerem Zusammenhang steht. Dies trifft aber nach der obigen Zusammenstellung hier nicht zu; es handelt sich vielmehr lediglich um eine stärkere Differenzirung des peripher gelegenen Protoplasmas. Renault (51), der über eine spezifische Methode zur Darstellung der Fasern nicht verfügt, ist trotzdem dieser Unterschied innerhalb des Protoplasmas aufgefallen, er bezeichnet die periphere Zone als fibrillär mit besonderer Differenzirung der Oberfläche, während er in dem übrigen Zelleib keine besondere Structur wahrnahm; der ersteren, der „zone exoplastique“ stellt er die letztere als „zone endoplastique“ gegenüber. Seinem Vorgange schliesst sich Studnička (57) an und schlägt die Beibehaltung der Namen Exoplasma und Endoplasma für derartige Bildungen der Zellen vor, wobei er jedoch unter ersterer Bezeichnung auch noch abtrennbare Oberflächenschichten mit einzieht. Es dürfte sich vielleicht empfehlen, so lange noch deutliche Uebergänge zwischen peripherem und innerem Zellteil bestehen, von Exo- und Endoplasma zu sprechen; ist aber bereits eine Trennung eingetreten und hat die Differenzirung des peripheren Theils so zugenommen, dass er sich auch in seinem physiologischen Verhalten von dem übrigen Zelleib unterscheidet, die Bezeichnung „Zellmembran“ zu wählen. Demgemäss verstehe ich weiterhin unter Exoplasma den in der Zellperi-

pherie gelegenen stärker differenzirten Theil der Zellen des Strat. Malp.

III. Wenn ich nunmehr zu einer Besprechung der Zellmembran übergehe, so erscheint es zweckmässig, die Intercellularstructur gleich mit abzuhandeln, da beide Gebilde vielfach mit einander in Verbindung gebracht worden sind; unter Membran ist hier im Sinne der Autoren eine pelliculaartige Umhüllung der Zelle zu verstehen, die auch auf die Intercellularbrücken übergehen würde. Auch bei dieser Frage glaube ich von einem ausführlichen geschichtlichen Ueberblick absehen zu können. Von allen Seiten wird jetzt anerkannt, dass die Zellen des Str. Malp. durch Zwischenräume von einander getrennt sind, in denen nach den Versuchen von Retzius und Key (52) Lymphe circulirt, welche der der Blutgefässe entbehrenden Epidermis die Ernährungsflüssigkeit zuführt; die Ansicht, dass es sich dabei jedoch um eine etwas anders geartete Flüssigkeit handeln soll, als man gewöhnlich unter Lymphe versteht, ist von Flemming (17) vertreten worden. Die Intercellularräume, auch dies erfreut sich allgemeiner Anerkennung, werden von Fasern durchzogen, die eine Zelle mit der anderen in Verbindung setzen. Ueber den Bau dieser Brücken gehen jedoch die Ansichten auseinander. Während Ranvier (45) glaubt, dass die Brücke aus einer Protoplasmafaser besteht, welche gewissermaassen als Scheide eine Fortsetzung der Interfibrillarsubstanz erhält, stellt Ramon y Cajal (43) nach Befunden an Lippencarcinomzellen die Behauptung auf, dass es sich bei dieser Scheidenbildung um die Fortsetzung einer die ganze Zelle einhüllenden Membran handle. Manille Ide (25) hält dagegen die ganze Faser, an der er Achse und Scheide nicht zu unterscheiden vermag, für die „dépendance“ einer reticulär gebauten Zellmembran, eine Ansicht, die übrigens viele Jahre früher schon von Biesiadecki (4) ausgesprochen wurde. Nach Koelliker (26) lassen die tiefgelegenen Schichten des Strat. Malp. keine Membran erkennen; die Brücken sind also nach ihm hier Verlängerungen des Zellprotoplasmas. Kromayer (29) steht auf dem Standpunkt Ramon y Cajal's, insofern er annimmt, dass die Intercellularbrücken aus Protoplasma als Centrum und einer Fortsetzung des Zellmantels als Umkleidung besteht. Garten (18) begnügt sich mit der Feststellung, dass die Brücken dicker seien als ihre Fortsetzung im Zellinnern

und verweist zur Erklärung dafür auf die Angaben Ranvier's und Ramon y Cajal's. R a b l (40) endlich schliesst sich gleichfalls diesen letzteren an, wonach die Brücke ausser der Faser auch noch aus einem Mantel nicht differenzirten Protoplasmas bestehen soll.

Es würde sich demnach um folgende Fragen handeln:

I. Ist die Zelle des Strat. Malp., zunächst abgesehen von den Intercellularbrücken, von einer Membran umkleidet?

II. Bestehen die Intercellularbrücken nur aus einer einfachen Protoplasmafaser oder empfangen sie noch eine Umhüllung? Wenn letzteres der Fall, ist dieser Mantel

- a) eine Fortsetzung der Interfibrillarstructur oder
- b) " " " einer deutlichen Zellmembran?

III. Enthält die Brücke überhaupt keine Protoplasmafaser und ist sie nur der Ausläufer einer Zellmembran?

Bevor ich jedoch auf eine Erörterung dieser Fragen eingehe, muss ich noch jenes eigenthümlichen Gebildes Erwähnung thun, das als mediale Anschwellung der Intercellularbrücke zuerst von Bizzozero (5) gesehen, die verschiedenste Deutung erfahren hat. Nach Ranvier (45) soll es ein elastisches Organ darstellen, das den Fasern der Zelle und so dieser selbst ermögliche, einem auf sie ausgeübten Zug Folge zu leisten; es würde demnach stets bei engen und nie bei weiten Intercellularräumen angetroffen werden. Nach Ramon y Cajal (43) handelt es sich um eine Anhäufung des die Brückenfaser umschliessenden Protoplasmas; bei starkem Zug soll dieser Mantel, der ja an der Insertion der Brücke in die Zellmembran übergehen würde, an dieser Anheftungsstelle abreißen und nach der Brückenmitte zurückfliessen; er kommt zu diesem Schlusse, weil er beobachtet haben will, dass die Anschwellung sich stets an weiten Intercellularräumen findet. Endlich hat Kolossow (27) die Theorie aufgestellt, dass die Knötchen die bei Zug nicht verdünnte Stelle des Protoplasmas wäre, die in der Mitte am widerstandsfähigsten sei, während sie an den Enden sich ausziehe; er schliesst dies daraus, weil er gerade entgegengesetzt von Ranvier die Anschwellung stets nur an weiten Intercellularräumen gesehen haben will. Reinke (50) und R a b l (40) halten sie

für Gebilde, deren Bedeutung nur in der genetischen Seite liege; nach ersterem sind sie nichts anderes als die persistirenden Zwischenkörperchen Flemming's (15), nach letzterem wären sie eher mit den Strasburger'schen Dermatosomen identisch. Eine eigenthümliche Membranbildung will noch R a b l (40) beobachtet haben; darnach sollen zwischen den Knötchen Verbindungslinien vorhanden sein, die nach ihm Querschnitte einer Membran wären, der demnach eine intercellulare Lage zukäme, derart, dass zwischen ihr und der zugehörigen Zelle ein von Flüssigkeit durchströmter Raum vorhanden wäre, den die Brücken durchsetzen würden.

I. Dass den Zellen der tiefen Lage des Strat. Malp. eine Membran zukommt, d. h. also eine pelliculaartige Bildung, die nach aussen von dem als Exoplasma bezeichneten Zelltheil ihre Lage hätte, muss ich in Abrede stellen. Die Möglichkeit, sie nachzuweisen, liegt einmal in ihrer färberischen Darstellung, dann aber, wenn wir noch mit Kromayer (29) annehmen, dass es sich dabei schon um eine beginnende Verhornung handelt, in ihrem Verhalten chemischen Reagentien gegenüber. Nun gelingt es aber thatsächlich mit keinem Färbemittel einen Saum um die Zellen der tiefen Lagen des Strat. Malp. zu erhalten. Ueberall bilden hier die starken Fibrillen eine periphere Abgrenzung gegenüber dem Intercellularraum, wie die Fig 1, 3 und 4 erkennen lassen. Diese Fibrillen selbst als Membran aufzufassen, ist nicht angängig, da sie, wie oben nachgewiesen, nur einen stärker differenzirten Theil des Zellprotoplasmas repräsentiren. Niemals lässt sich auch eine ihrem Bau nach der Interfibrillarsubstanz entsprechende Umhüllung der Zellen nachweisen (Fig. 4). Ebenso wenig wie die färberische Darstellung ergab die mittels chemischer Reagentien ein positives Resultat. Wie schon Koelliker (26) hervorgehoben hat, lässt weder eine Behandlung mit Essigsäure noch mit Alkalien eine Membran in den tieferen Lagen hervortreten. Demgegenüber glaubt allerdings Kromayer (29) gesehen zu haben, dass bei Verdauungsversuchen die Zellen des Strat. Malp. von einem weniger leicht verdaulichen Mantel umgeben seien. Thatsächlich löst sich bei derartigen Versuchen in den tiefen Theilen des Strat. Malp. bald die ganze Zelle auf, während in den der Hornschicht genäherten Lagen eine periphere Zone längere Zeit dem Verdauungsprocesse Widerstand leistet.

Diese Zone ist aber nichts anderes als das Exoplasma der Zelle, das als stark fibrillär differenzirter Theil gegenüber der Pepsin-Salzsäurelösung eben widerstandsfähiger ist. Die oben unter I gestellte Frage ist also zu verneinen.

II. Interessant ist nun, dass die meisten Autoren eine membranöse Umhüllung der Zelle selbst überhaupt nicht direct gesehen haben, sondern nur eine solche der Intercellularbrücke; das Vorhandensein dieser letzteren wurde jedoch auch nur wieder mehr indirect bewiesen, dadurch nämlich, dass die Intercellularbrücken dicker sein sollen als derjenige Theil ihrer Faser, der sich in den Zelleib fortsetzt. Man schloss aus dieser Beobachtung, dass der Faser nach ihrem Austritt aus der Zelle eine membranöse Umhüllung zukommen müsse, die ihrerseits doch nur wieder eine Fortsetzung einer die Zelle selbst umschliessenden Membran sein konnte. Eine genaue Beobachtung der Intercellularbrücken ergiebt jedoch, dass diese Annahme auf einem Irrthum beruht. Zur Beurtheilung dieser Frage eignen sich bes. die mit Eisenhämatoxylin behandelten Schnitte wie Fig. 4. An der Brücke haben wir nämlich zwei (bezw. 3) Abschnitte zu unterscheiden, einen mittleren, die von Ranvier beschriebene Anschwellung und einen äusseren, doppelt vorhandenen, nämlich den von diesem Knötchen zur Zellperipherie führenden Theil. Der mittlere, das Knötchen, ist aufgetrieben, spindelförmig und läuft gegen die Pole zu aus (Fig. 4 und 5), sodass ein grosser Theil der Brücke auf diesen Abschnitt fällt; der darauffolgende, zwischen dem Ende des Knötchens und der Zellperipherie gelegene Theil ist sehr kurz und äusserst fein. Durch Färbungsmethoden, die die Knötchen und ihr allmähliches Abschwellen nicht scharf differenzirt erscheinen lassen, tritt der Unterschied der verschiedenen Strecken der Brücke im Kaliber nicht deutlich genug hervor, er wird aber ausserordentlich scharf nach Behandlung mit Eisenhämatoxylin, da die Knötchen sich bes. intensiv schwärzen und den Farbstoff lange festhalten. Die Verwischung des Unterschiedes begünstigen dann wesentlich auch dickere Schnitte, in denen mehrere Intercellularbrücken übereinander in den Schnitt fallen. Beides, Färbungsverfahren und Schnittdicke, kann also ein gröberes Kaliber der ganzen Brücke vortäuschen und ihre Feinheit an der Zellgrenze verdecken. Zur Entscheidung der Frage, ob also der Brücke wirklich ein grösserer Dickendurchmesser zukommt als ihrer

Fortsetzung in's Zellinnere, lassen sich demnach nur sehr feine und gut differenzierte Schnitte verwenden. An solchen sieht man ohne weiteres, dass die Brückenenden durchaus dasselbe Kaliber haben, wie ihre Fortsetzung innerhalb der Zelle; ferner kann man constatiren, dass die Brücke sich färberisch genau so verhält, wie die Zellfibrillen, als deren Verlängerung sie erscheint, eine Umhüllung durch Interfibrillarsubstanz lässt sich nicht nachweisen; ausserdem haben sämtliche Brücken ziemlich gleiches Kaliber. Was das Vorkommen der Knötchen betrifft, so findet man sie sowohl an Stellen mit weiten als auch mit engen Interzellularräumen, sodass die verschiedene Deutung, die ihnen Ranvier, Ramon y Cajal und Kolosso w gegeben haben, wohl keine Berechtigung haben. Ich möchte mich in dieser Frage Reinke und Rabl anschliessen, welche die Knötchen als eine aus der Zeit der Zellteilung persistierende Bildung betrachten, eine Annahme, die noch weiter durch ihr Verhalten in den peripheren Schichten der Epidermis, worauf unten zurückzukommen sein wird, eine Bestärkung erfährt. Ob wir in ihnen Zwischenkörperchen oder Dermatosomen zu sehen haben, lässt sich nur durch Untersuchung von Zellen während der Mitose entscheiden.

Eine Verbindungslinie zwischen den Knötchen zu sehen, wie sie Rabl beschrieben, ist mir niemals gelungen; bei dickeren Schnitten können tiefer gelegene und zwischen den oberen durchscheinende Knötchen eine derartige Linie wohl vortäuschen; möglicherweise handelt es sich dabei auch um eine vorübergehende Bildung junger Zellen, da Rabl sie besonders am Epithelcarcinomen gesehen hat. Würde hier eine Membranbildung, wie Rabl glaubt, vorliegen, so müsste man zunächst nachweisen, wie eine solche sich gegenüber der Membran verhält, die doch auch die Brücke selbst umschliessen und sich von da auf die Zellperipherie fortsetzen soll; man käme dann zu der Annahme zweier Membranen für die gleiche Zelle, einer diese unmittelbar umschliessende, die auf die Brücke überginge, und eine intercellulare, die an den Knötchen sich mit ersterer vereinigen würde. Die Nothwendigkeit dieser Annahme spricht nicht besonders für eine Deutung der von Rabl gesehenen Verbindungslinie in seinem Sinne.

Die Thatsache, dass alle Brücken das gleiche Kaliber haben, besonders aber der Umstand, dass jede Faser, die einen Inter-cellularraum durchzieht, in dessen Mitte ein Knötchen trägt, schliesst das Vorhandensein besonders starker isolirter Fibrillen, die sich über mehrere Zellen erstrecken sollen, mit ziemlicher Sicherheit aus.

Frage II wäre also dahin zu beantworten, dass die Brücke nur aus einer Protoplasmafaser mit einer medialen spindelförmigen Anschwellung besteht; sie empfängt keine weitere Umhüllung weder von der Interfibrillarsubstanz noch von einer Zellmembran.

III. Was nun noch zuletzt die Ansicht Manille Ides betrifft, dass die Brücken nur eine Verlängerung einer reticulären Zellmembran vorstellen sollen, so ist diese Aufstellung, wie aus dem Vorhergehenden folgt, unhaltbar, ganz abgesehen davon, dass sich niemals an den Zellen des Strat. Malp., was bereits Koelliker und Rabl betont haben und auch ich bestätigen kann, ein netzförmiger Bau der Oberfläche nachweisen lässt. Damit ist auch Punkt III der Frage erledigt.

Fassen wir nun kurz die Resultate über den Bau der Zellen des Strat. Malp. zusammen, so lässt sich darüber folgendes sagen:

1. die Zellen bestehen aus einer Fibrillarsubstanz, die an der Peripherie ihre höchste Differenzirung erfährt, dem Exoplasma, und einer interfibrillären Masse, die ihre grösste Anhäufung mehr um den Zellkern hat, dem Endoplasma;
2. die Intercellularbrücken sind Fortsetzungen der Fibrillen des Zellinnern; die spindelförmige Anschwellung in ihrer Mitte findet sich stets und hat wohl nur genetische Bedeutung;
3. isolirte Fibrillen, die entfernter gelegene Zellen unter einander in Verbindung setzen sollen, lassen sich nicht nachweisen;
4. eine membranöse Umkleidung der Zellen und der Brückenfasern ist nicht vorhanden;
5. die Zellen der Basalschicht unterschei-

den sich von denen der höheren Lagen nur durch ihren cylindrischen Bau und ihre basale Auffaserung; ihre Spiralfasern entsprechen den Fibrillen des Exoplasmas der letztern.

### Stratum granulosum.

Die Zellen des Strat. granul. unterscheiden sich von denen des Strat. Malp. wesentlich in ihrer Form dadurch, dass diese ihren mehr isodiametrischen Charakter aufgeben und stark in die Länge gezogene Gebilde mit verkürztem Dickendurchmesser aus ihnen entstehen. Diese Gestaltveränderung ist eine allmähliche; die am stärksten abgeplatteten Zellen finden sich an der Grenze des Strat. corneum. Die Ursache des Formwechsels liegt bekanntlich in dem starken Oberflächendruck und dem durch die Hautspannung bedingten Zug, der sich um so bemerkbarer macht, je mehr die Zelle sich der Oberfläche nähert.

Das Strat. granul. ist aber besonders dadurch charakterisiert, dass in seinen Zellen eigenthümliche Körnchen auftreten, die Aufhammer (1) und Langerhans (32) zuerst gesehen und von Waldeyer (65) ihres Verhaltens chemischen Reagentien gegenüber als Keratohyalin bezeichnet wurden. In Betreff der Höhe, in der diese Granula zuerst auftreten, lässt sich keine bestimmte Angabe machen; in dem intrapapillären Theil finden sich Zellen, in denen es schon in ziemlich tiefer Lage nachweisbar ist; im allgemeinen machen jedoch die Keratohyalin führenden Zellen an der Haut von *Vola manus* und *Planta pedis* 4—5 Reihen aus, sodass die Angabe Unna's (59), der nur 1—2 Lagen als normal bezeichnet, nur für die völlig vollgepropften Zellen zutrifft.

Während die körnige Natur des Keratohyalins kaum mehr von jemand geleugnet wird, ist die Frage nach seiner Herkunft noch eine strittige; die darüber aufgestellten Theorien lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1. das Keratohyalin stammt aus dem Zellkern und zwar ist es:
  - a) ein Zerfallsprodukt des ganzen Kerns (ohne nähere Angabe der Substanz) — Mertsching (36), Posner (39), Selhorst (55);

- b) des Chromatins — d'Urso (64), Ernst (13), Tettenhammer (58);
  - c) ein Umwandlungsprodukt eines nicht näher bekannten Kernbestandtheils — Rabl (40).
2. Das Keratohyalin ist ein Zerfallsprodukt der Protoplasmafasern — Kromayer (29, 30).
  3. Bei der Bildung des Keratohyalins ist neben dem Kern auch das Zellprotoplasma betheilt — Rosenstadt (53).

Die unter 1 a u. b angeführten Autoren stützen sich im wesentlichen bei ihrer Annahme darauf, dass sie beobachtet haben wollen, dass das Auftreten des Keratohyalins mit dem Schwunde des Kerns gleichen Schritt halte.

Es hat bereits Rabl auf die Uncorrectheit dieser Beobachtung hingewiesen; thatsächlich haben beide Vorgänge zeitlich absolut nichts miteinander zu thun. Man findet Zellen, die vollgepropft sind mit Keratohyalin, dabei aber an dem Kern kaum eine Spur von Zerfallerscheinungen erkennen lassen; noch gut erhaltene Kerne in der untersten Lage des Strat. lucidum sind sogar ziemlich häufig. Namentlich war es aber auch die gleiche Färbbarkeit der chromatischen Substanz und des Keratohyalins, die die Annahme eines Zusammenhangs beider begünstigte. Es ist selbstverständlich, dass das gleiche Verhalten Farbstoffen gegenüber nie in diesem Sinne gedeutet werden kann. Dasselbe Argument hat ja gerade im vorliegenden Falle Kromayer als Beweis für die Bildung des Keratohyalins aus den Protoplasmafasern angeführt, ganz abgesehen davon, dass es gelingt, durch geeignete Behandlung das Keratohyalin zu lösen und nun färberisch nicht mehr zur Darstellung zu bringen, während das Chromatin ungelöst bleibt und seine Affinität zum Farbstoff behält. Als weiteren Beweispunkt für eine Entstehung aus dem Kern hat Mertsching die Thatsache herangezogen, dass das Keratohyalin nie im Intercellularraum aufträte, und andere Autoren sind ihm darin gefolgt. Dass es niemals zwischen zwei Zellen weder in den Intercellularlücken noch in den Brücken auftritt, steht fest; aber im Mertsching'schen Sinne lässt sich dies kaum verwenden. Man kann höchstens daraus schliessen, dass bei der Bildung jedenfalls die Brücke unbetheilt ist; niemals aber kann die obige Thatsache als ein Beweis für die Entstehung aus dem Kern gelten, eher spricht

sie sogar dagegen; denn gelangt das Keratohyalin durch Auswandern aus dem Kern in das Zellprotoplasma, so ist nicht einzusehen, warum es nicht ebenso gut auch in die Brücken vorrücken soll. Warum dieser Theil frei bleibt, werde ich unten auseinanderzusetzen haben.

Ernst und Mertsching haben ferner das erste Auftreten des Keratohyalins in der Umgebung des Kerns als Beweis für ihre Theorie herangezogen und dieser Punkt ist es auch, den Rabl acceptirt, und den er, wie er sagt, zum „Ausgangspunkt fernerer Erwägungen“ nimmt. Da er jedoch sich überzeugen konnte, dass die färbbaren Kernbestandtheile in keinerlei Beziehung zu dem Keratohyalin stehen, kam er hauptsächlich durch Untersuchungen der Haut des Hühnerembryos und des Präputiums zu dem Resultat, dass es ein nicht färbbarer Kernbestandtheil sein müsse, der sich „bald schon im Kerninnern, bald erst nach seinem Austritt in das Zellprotoplasma“ zu Keratohyalin umwandle. Mit dieser Theorie kann aber Rabl ebensowenig die Thatsache erklären, dass, wie er ja selbst auch ausdrücklich gegen Ernst und Mertsching betont, sich zahlreiche Zellen vollgepropft von Keratohyalinkörnchen finden ohne jede nachweisbare Veränderung des Kerns; denn auch der Austritt eines „unfärbbaren, noch nicht näher bekannten Kernbestandtheils“ müsste doch eine wesentliche Verringerung des Kernvolumens bedingen. Auch bleibt mit der Rabl'schen Annahme unerklärt, woher der doch absterbende Kern das Material nimmt, um die im Verhältniss zu seinen Volumen riesig grosse Keratohyalinmasse bilden zu können. Ernst hat gegen diesen äusserst gewichtigen Einwand geltend gemacht, dass auch degenerirende Kerne Stoffe aus der Umgebung aufnehmen und sie umgebildet wieder ausscheiden könnten; Rabl hat jedoch selbst diese nicht bewiesene Annahme als zu complicirt mit Recht verworfen. Aber auch aus dem Grunde vermag ich Rabl's Theorie nicht beizutreten, weil ich ihre Voraussetzung nicht durchweg bestätigt finde, dass nämlich die ersten Keratohyalin-Körnchen stets nur in der nächsten Umgebung des Kerns anzutreffen seien. Das Auftreten des Keratohyalins findet bekanntlich in der Weise statt, dass sich zuerst feine Körnchen vereinzelt in dem Zellprotoplasma zeigen. Es gelingt mit Anwendung der Eisenhämatoxylinfärbung bei entsprechender Differenzirung diese kleinen Gra-

nula ausserordentlich scharf zur Darstellung zu bringen; dabei beobachtet man, dass die Körnchen keineswegs stets zuerst am Rande der Kernhöhle sich zeigen, sondern auch sehr oft mitten im Zellprotoplasma gegen die Pole hin (Fig. 6). Würde thatsächlich eine Auswanderung aus dem Kern stattfinden, so müsste es doch gelingen, gelegentlich auch die Granula auf diesem Wege zur Darstellung zu bringen. Keiner der Autoren hat dies aber beim Menschen mit Sicherheit beobachten können und auch mir selbst ist es nie gelungen, Keratohyalin im Kern oder auf der Grenze zwischen diesem und dem Zellprotoplasma nachzuweisen; ein derartiges Verhalten müsste doch, wenn die Theorie richtig wäre, recht häufig anzutreffen sein; denn es müssten stets bis zur völligen Vollpropfung der Zelle Körnchen aus dem Kerne auswandern. Wie anders sollte man sich denn sonst das Wachsthum der Körner erklären? Die kleinen Granula werden gegen das Strat. lucid. zu groben Schollen, der Stoffzuwachs müsste also stets vom Kerne nachgeschoben werden. Dies kommt aber im mikroskopischen Bilde nicht zum Ausdruck, die Vergrösserung geschieht nicht in etwa concentrischen Zonen um den Kern herum, sondern grössere und kleinere Granula sind völlig planlos in der Zelle zerstreut.

Nach all dem erklärt also die Annahme, dass das Keratohyalin ein Zerfallsproduct irgend eines Kernbestandtheils sei, niemals folgende Thatsachen:

1. die Erfüllung der ganzen Zelle mit Keratohyalin bei intactem Kern;
2. die Grössenzunahme der einzelnen Granula;
3. das bedeutende Ueberwiegen des Keratohyalins an Masse über die Kernsubstanz;
4. das Freibleiben der Intercellularbrücken und der äussersten Zellperipherie; diese letztere Thatsache wurde gleichfalls von den meisten Autoren beobachtet.

Alle diese Momente machen es nothwendig, dem Kern als die Bildungsstätte des Keratohyalins aufzugeben und diese in dem Zellprotoplasma selbst zu suchen. Thatsächlich ist auch Rosenstadt schon dahin ge-

kommen, in letzterem einen wesentlichen Factor der Keratohyalinbildung zu sehen, wenn er auch auf Grund von Untersuchungen am Epitrichium des Hühnchens eine Mitbetheiligung des Kerns für wahrscheinlich hält, letzteres deswegen, weil er innerhalb des Kerns Keratohyalinschollen angetroffen hat; jedenfalls ist aber ein derartiges Verhalten beim Menschen noch nie mit Sicherheit beobachtet worden, somit besteht auch kein zwingender Grund hier noch den Kern als die Bildungsstätte mit anzunehmen.

Kromayer ist der Ansicht, dass das Keratohyalin ein Zerfallsproduct seiner Protoplasmafasern sei; er kam zu dieser Annahme, weil mit seinem Färbungsverfahren sich das Keratohyalin ebenso deutlich färbte als die Fibrillen innerhalb der Zellen, vor allem aber deswegen, weil er beobachtet haben wollte, dass Fasern innerhalb der Zellen des Strat. granul. gar nicht oder nur sehr spärlich vorhanden waren. Dagegen haben sich Unna (60), Ernst (14) und Rabl (41) gewandt, indem sie nachweisen konnten, dass die Protoplasmafasern innerhalb des Strat. granul. nicht zu Grunde gehen, sondern neben dem Keratohyalin deutlich erhalten bleiben; späterhin hat sich auch Kromayer (31) selbst von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugen können und das Vorhandensein der Fasern nur noch für die Haut von *Vola manus* und *Planta pedis* in Abrede gestellt. Rabl ist es jedoch gelungen, sie auch hier mit Sicherheit nachzuweisen; ich selbst kann die Angaben Unna's und Rabl's vollauf bestätigen. Wenn man mit den gewöhnlichen Fixierungsmitteln, Alkohol oder Formol, härtet und dann nach Kromayer färbt, so nimmt das Strat. gran. einen gleichmässigen dunkelblauen Ton an, in dem Fasern und Granula nicht zu unterscheiden sind; differenzirt man länger, so geben die Fasern bald ihre Farbe ab, während sie die Keratohyalinschollen noch festhalten; man sieht dann nur Körner und keine Fasern; bei dünnen Schnitten und im geeigneten Moment abgebrochener Differenzirung gelingt es hie und da Bilder zu erhalten, wie sie Rabl abgebildet hat. Völlig überzeugend sind aber auch diese nicht; man müsste das Keratohyalin in Lösung bringen oder doch so verändern, dass es die Affinität zum Farbstoff verliert und dann nach Kromayer färben; zeigen sich dann noch Fasern innerhalb der Zellen des Strat. gran., dann kann das Keratohyalin unmöglich ihr Zerfallsproduct sein. Ein derartiges

Mittel ist die Zenker'sche Flüssigkeit. Welcher Bestandtheil es ist, der die Lösung des Keratohyalins bewirkt, vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben; wahrscheinlich ist es jedoch der Eisessig, für den Waldeyer (65) nachgewiesen hat, dass nach längerem Einwirken die Körner ablassen und einer stärkeren Quellung unterliegen. Jedenfalls lässt sich an Hautstückchen, die 24 Stunden in Zenker'scher Flüssigkeit fixirt waren, kein Keratohyalin mehr weder mit dem Kromayer'schen noch mit dem Heidenhain'schen Färbeverfahren oder nur noch kleinere Bröckel, wie in Fig. 7, nachweisen. Statt dessen sieht man nun in den Zellen ein wirres Netz von Fasern, die ihrer Lage und Anordnung nach genau den Fasern innerhalb der Zellen des Strat. Malp. entsprechen. In Fig. 8 sind zwei solcher Zellen abgebildet; sie lagen unmittelbar dem Strat. lucid. an, entstammen also der obersten Zellreihe des Strat. granul. und erscheinen durch die Fixirung gequollen; der Kern ist in beiden noch gut erhalten. Auch in Fig. 7 lässt sich in den Zellen aus der gleichen Lage derselbe faserige Bau nachweisen wie in denen des Strat. Malp., die Fig. 5 aus demselben Schnitt wiedergibt. Damit ist also bewiesen, dass die Protoplasmafasern innerhalb des Strat. gran. persistiren, das Keratohyalin demnach auch nicht ihr Zerfallsproduct sein kann.

So kommt man schon per exclusionem auf den einzig noch übrig bleibenden Zellbestandtheil, die Interfibrillarmasse. Wenn das Keratohyalin wirklich ein Umwandlungsproduct dieses Zelltheils ist, so muss nachgewiesen werden einmal, dass ihrer Lage nach sich beide Substanzen entsprechen, und zweitens dass in dem Maasse als das Keratohyalin zunimmt, die interfibrilläre Substanz verschwindet. Der erste Beweis ist unschwer zu erbringen. In den Zellen des Strat. Malp. ist die fibrilläre und interfibrilläre Substanz so vertheilt, dass erstere eine verdichtete periphere Zone, das Exoplasma, bildet und ausschliesslich auch die Intercellularbrücke aufbaut, während die letztere den übrigen Theil des Zellleibs einnimmt, soweit er nicht von der ja auch hier vorhandenen Faserung in Anspruch genommen wird. Dem entspricht das Verhalten des Keratohyalins, das nie in den Intercellularbrücken auftritt und ebenso die Zellperipherie freilässt; die allerdings auch im Exoplasma noch etwas vorhandene Interfibrillarsubstanz kann sich hier nicht zu Keratohyalin umbilden,

weil sich hier anders geartete Vorgänge abspielen, auf die weiter unten zurückzukommen sein wird. Die zweite Frage bereitet etwas mehr Schwierigkeiten, weil eben dort, wo die Keratohyalin-Schollen liegen, das darunter befindliche Gewebe nicht zu erkennen ist. Bei Lösung der Granula sieht man dagegen mit der Kromayer'schen Färbung (Fig. 8), dass der schon oben charakterisirte Ton, der das Vorhandensein eines weiteren Zellbestandtheils andeutet, fehlt; bei Behandlung mit anderen Farbstoffen, besonders mit Rubin, kann man jedoch constatiren, dass stellenweise Lücken in den Zellen vorhanden sind, oder die Interfibrillarsubstanz einen mehr körnigen Charakter angenommen hat. Differenzirt man Schnitte, die mit Eisenhämatoxylin behandelt waren, soweit, dass nur die Keratohyalingranula gefärbt bleiben, die Fasern aber alle ihren Farbstoff abgeben, so tritt bei Nachbehandlung mit Rubin die interfibrilläre Zellstruktur deutlicher hervor. In Fig. 9 ist eine derartige Zelle wiedergegeben. Man erkennt hier, dass vorwiegend in der nächsten Umgebung grösserer Granula die Interfibrillarsubstanz völlig fehlt, während sie sich an anderen Stellen zwischen den Körnern noch gut erhalten hat. Darnach ist der Schluss berechtigt, dass die Interfibrillarmasse, die ja doch gleichfalls bei dem sich in den peripheren Zellen abspielenden nekrobiotischen Prozess betheiligt ist, körnig zerfällt. Dieser Zerfall findet in der Weise statt, dass erst kleine Bezirke innerhalb des ganzen Zelleibes, vielleicht etwas mehr in der Umgebung des Kerns, da hier ja die stärkste Ansammlung der Interfibrillarsubstanz vorhanden ist, der Degeneration unterliegen; indem sich in der Nachbarschaft der gleiche Prozess abspielt, verschmelzen die gebildeten Körner untereinander; dadurch wachsen die Granula, bis schliesslich die ganze Grundsubstanz zerfallen ist. Dass die Schollen, auch wenn die ganze Zelle damit vollgepfropft ist, noch von einander getrennt bleiben und nicht eine compacte Masse bilden, hat seinen Grund darin, dass die Fibrillarsubstanz erhalten bleibt und so eine Art Hinderniss für die Vereinigung des in ihren Maschen gelegenen Keratohyalins bildet. Aus all diesen Gründen erscheint es sicher, dass das Keratohyalin wirklich das Zerfallsprodukt der Interfibrillarsubstanz vorstellt. So nur erklären sich auch ungezwungen alle Erscheinungen seines Auf-

treten, das Erfülltsein der Zelle bei intaktem Kern, die Volumenzunahme der Körner unabhängig von diesem letztern, die grosse Masse des Keratohyalins und endlich das Freibleiben der Brücken und der Zellperipherie.

Gegen diese Herleitung hat Herxheimer (22), ohne dass sie schon von irgend einer Seite aufgestellt worden wäre, Einwände erhoben, die aber nichts weniger als stichhaltig sind. Er fand, dass die Keratohyalinkörner unregelmässig in einem Netzwerk gelagert seien, und konnte stellenweise erkennen, dass in körnerfreien Zelltheilen auch kein Netzwerk vorhanden war — unter Netzwerk versteht er die Interfibrillarsubstanz —; trotzdem glaubt er nicht, dass die Körner aus dem Netzwerk entstünden und zwar weil beide gleichzeitig nebeneinander vorkommen. Das ist jedoch aus dem Grunde kein Gegenbeweis, weil ja das Keratohyalin allmählich sich bildet, das Netzwerk also in gleichem Maasse zerfallen muss; wo letzteres noch besteht, da ist eben noch kein Keratohyalin gebildet. Ebenso wenig beweisend ist Herxheimer's zweites Argument. Er sagt: „Wir können uns beim krankhaften Zerfall des Netzwerks davon überzeugen, dass dessen Produkt durchaus unregelmässig gestaltete Theilchen sind; die Keratohyalinkörner sind zwar auch nicht regelmässig geformt, bilden aber doch nicht so zahlreiche Varietäten der Form.“ Ausserdem sollen beim krankhaften Zerfall die körnigen Produkte kleiner und an Zahl grösser sein als die Keratohyalin granula. Es ist nicht einzusehen, warum deswegen, weil bei pathologischen Zuständen das Zerfallsprodukt weniger polymorph, zahlreicher und feinkörniger ist, der normale Vorgang ebenso geartet sein muss. Wegen der Verschiedenheit ist ja vielleicht gerade jenes von Herxheimer skizzirte Produkt ein pathologisches! Ich möchte sogar die Beobachtung, dass auch bei krankhaften Prozessen die Interfibrillarmasse die Neigung zum körnigen Zerfall hat, wie beim normalen Vorgang, eher als einen Beweis für meine Annahme in Anspruch nehmen; auch dass im normalen Falle die Körner grösser und wenig zahlreich sind, im pathologischen dagegen feinkörniger und an Zahl bedeutender, spricht dafür, dass die Substanz, aus der sie beidemal entstehen, an Masse gleich ist. Dass übrigens das Netzwerk, d. h. die Interfibril-

larsubstanz, gegen die Hornschicht zu schwindet, gibt Herxheimer selbst zu. So sind seine sämtlichen Einwände wenig beweiskräftig; eher können sie sogar noch als Beweis für die Entstehung des Keratohyalins aus der Interfibrillarmasse mit angesehen werden.

Während diese Veränderungen an dem interfibrillären Theil des Protoplasmas vor sich gehen, bleibt der im Zellraum gelegene Theil der Fibrillarmasse erhalten, indem er ein vielleicht etwas mehr lockeres Netzwerk bildet (Fig. 8). Dagegen vollziehen sich im Exoplasma die bereits angedeuteten Umwandlungen. Die oberflächlichen starken Fibrillen beginnen sich fest aneinanderzulegen und zeigen die Neigung mit einander zu verschmelzen. Fig. 8 lässt diesen Vorgang deutlich erkennen; ebenso ist er in Figur 7 zu beobachten. Letzteres Präparat stammt von der Katzenpfote; hier imponirt die verdichtete periphere Zone schon als ein deutlich rothgefärbter Saum; d. h. die das Exoplasma charakterisirenden Fibrillen der Zellen des Strat. Malp. verschmelzen innerhalb des Strat. granul. zu einer Zellmembran. Dieser Vorgang erklärt nun auch die Thatsache, warum das Keratohyalin diese Zone freilässt, weil eben der Verschmelzungsprozess die zwischen den Fibrillen gelegene, äusserst spärliche Fibrillarsubstanz mit einzieht. Der Nachweis einer Membran an den Zellen des Str. gran. ist bereits von Behn (2) und Kromayer (29) geliefert worden; letzterer Autor konnte sie durch Behandlung mit Säuren darstellen; nur verhalten sie sich Verdauungsflüssigkeiten gegenüber weniger widerstandsfähig, wie die fertigen Hornzellen. Mit der Bildung einer Membran unterliegt auch die Interzellularstruktur eigenthümlichen Veränderungen. Hier ist in erster Linie die Verengerung der Interzellularräume auffallend, die bereits von Koelliker (26) constatirt wurde. Ein Vergleich der beiden Fig. 5 und 7, die demselben Schnitte entstammen und bei gleicher Vergrößerung gezeichnet sind, ergibt dies ohne weiteres. In Fig. 8 sind die Interzellularräume überhaupt nicht mehr nachweisbar; in Wirklichkeit ist die Verengerung jedoch keine so bedeutende, wenigstens kommt sie an Präparaten, die in Alkohol gehärtet waren, nicht in so starkem Maasse zum Ausdruck; hier ist allerdings auch die Membran nur schwach angedeutet, wohl deswegen, weil zu ihrer Darstellung eine vorausgehende Quellung

nöthig ist. Diese tritt ein bei Fixirung mit Zenker'scher Flüssigkeit — von solchen Präparaten stammen Fig. 7 u. 8 —; der in ihr enthaltene Eisessig verursacht eine Quellung, so dass sich die hier von einer Membran umschlossene Zelle auf Kosten des Interellularraumes vergrössert. Immerhin kann man auch an Alkoholpräparaten beobachten, dass der Raum deutlich verengert ist. Der Grund hierfür ist wohl ausschliesslich darin zu suchen, dass die nach der Oberfläche zurückenden Zellen einem vermehrten Druck und Zug ausgesetzt sind, wodurch einmal die Zellen, dann aber auch der zwischen ihnen gelegene Raum in der Richtung von aussen nach innen zusammengepresst werden. Rabl (40) glaubt auf Grund von Schnitten, die in Alkohol oder Müller'scher Flüssigkeit gehärtet, aber 10—15  $\mu$  dick waren, annehmen zu müssen, dass der Interellularraum von einer Kittsubstanz ausgefüllt sei, da er sich mit Eosin roth färbte. Abgesehen davon, dass Schnitte von solcher Dicke bei so feinen Verhältnissen wenig sichere Bilder geben, ist mir diese Annahme auch an sich nicht recht erklärlich. Die Kittsubstanz müsste doch eine mehr oder weniger feste Konsistenz haben, da sie sich färberisch darstellen lässt, jedenfalls aber gegenüber dem Inhalt der Interellularräume des Strat. Malp. verändert sei, da dieser keine Farbe anzunehmen pflegt. Auch bleibt räthselhaft, was weiterhin aus ihr werden sollte, da die Annahme Rabl's, dass auch zwischen den Zellen der Hornschicht eine Kittsubstanz sich finde, wie unten nachgewiesen wird, unhaltbar ist. Ich verstehe hier überall nach dem Vorschlage Flemming's (17) unter Kittsubstanz eine den Interellularraum ausfüllende Masse von festerer Konsistenz. Wodurch sich Rabl täuschen lassen konnte, wird klar, wenn man erwägt, dass im Strat. gran. an der Zellperipherie eine färberisch nachweisbare Membran entsteht, dass ferner die Interellularbrücken mit ihren Knötchen persistiren und dabei der ganze Zwischenraum noch eine Verengung erfährt; an dickeren Schnitten kann dann allerdings der Interellularraum ausgefüllt erscheinen. Was nun die Interellularbrücken angeht, so ist, wie eben erwähnt, zunächst festzustellen, dass sie auch innerhalb des Strat. gran. fortbestehen. Während jedoch das Knötchen deutlich bis zum Strat. corneum als Haupttheil sich nachweisen lässt, wird die Faser allmählich unsichtbar. Bei Präparaten, die in Zenker'scher Flüssigkeit fixirt

waren (Fig. 7), ist sie überhaupt nicht mehr zu erkennen; hier scheint die Brücke nur noch von dem Knötchen gebildet zu sein, die direkt der Membran aufsitzen; ich glaube jedoch, dass dies z. Th. auf Rechnung der Quellung zu setzen ist, da man an Alkoholpräparaten, wenigstens in den unteren Lagen des Strat. gran., die Faser noch durch die Membran durchtreten sehen kann. Jedoch erscheinen sie in ihrem extracellulären Theil bedeutend verkürzt, entsprechend der Verengung des Intercellularraums überhaupt. In der unmittelbar dem Strat. corn. anliegenden Schicht sind nur noch die Knötchen erhalten, die beiderseits einen äusserst kurzen und feinen Stiel zu haben scheinen.

Fassen wir nun die gefundenen Resultate über den Bau der Zellen des Strat. gran. zusammen, so können wir folgende Sätze aufstellen:

- 1) Der Uebergang aus dem Strat. Malp. in das Strat. gran. ist ein allmählicher; dabei werden die Zellen in ihrem Dickendurchmesser verkürzt und nehmen im Längsdurchmesser zu;
- 2) das in den Zellen auftretende Keratohyalin ist ein Zerfallsproduct der Interfibrillarsubstanz der Zelle;
- 3) die Protoplasmafasern persistiren und bilden im Zellinneren ein Maschenwerk; das Exoplasma wandelt sich in eine Zellmembran um;
- 4) der Kern geht unabhängig von den Veränderungen des Zelleibs bald früher, bald später zu Grunde;
- 5) die Intercellularräume werden verengt; während die Brückenfasern sich verkürzen, bleibt das Knötchen unverändert bestehen; eine Kittsubstanz ist nicht vorhanden.

Bevor ich nun zur Besprechung des Baues der Hornschicht übergehe, muss ich kurz auf die Unterschiede aufmerksam machen, welche zwischen den Epidermiszellen der *Vola manus* und *Planta pedis* gegenüber denen der übrigen Haut bestehen; es ist das Verdienst Zander's (66), diese zuerst be-

tont zu haben. Alles, was ich oben über den Bau von Strat. Malp. und granul. gesagt habe, bezieht sich auf Untersuchungen von Haut der Vola manus und Planta pedis. Für diese beiden Schichten der Epidermis ist, wie Controlschnitte von den übrigen Hautstellen lehren, der Unterschied jedoch ein geringer, vorwiegend dadurch bedingt, dass an letzteren die Zellen durch das Fehlen der Papillen weniger zahlreich und auch kleiner sind. Daher kommt es, dass die Zellen des Strat. Malp. bei Behandlung nach Kromayer fast überhaupt nur einen Fibrillenmantel erkennen lassen, in denen der Kern mit nur wenig Interfibrillar-substanz gelegen ist. Die Intercellularstructur ist die gleiche, wie an der Haut der Handfläche. Da durch die geringe Zellenzahl der Oberflächenzug stärker auf die einzelnen Zellen einwirkt, erscheinen diese schon in tieferen Lagen stärker abgeplattet und imponiren schliesslich gegen das Strat. corn. hin nur noch als schmale Plättchen. An den an diese Schicht anstossenden Zellen war es mir unmöglich, noch einen Intercellularraum, noch weniger eine Structur zu erkennen, sondern hier scheinen die Zellen unmittelbar aneinander zu stossen. Gering entwickelt ist, wie bekannt, das Strat. gran. Während ich in der Brusthaut noch eine einfache continuirliche Lage nachweisen konnte, fanden sich an der Rückenhaut nur einzelne keratohyalinhaltige Zellen, etwas mehr an der Schenkelhaut. Diese Zellen erscheinen, wie sie bereits Zander geschildert hat, gegen den Rand zu als äusserst dünne Plättchen, während sie in der Mitte eine kugelige Auftreibung zeigen, in welcher der mehr oder weniger stark zerfallene Kern seine Lage hat. Wo Keratohyalin sich findet, ist es nur in kleinen und wenig zahlreichen Körnern vorhanden; doch scheint wohl jede Zelle Keratohyalin zu bilden. Dass man Zellen trifft, wo dieses fehlt, hat darin seinen Grund, dass der Process nicht an allen Stellen zu gleicher Zeit stattfindet, wofür bes. auch Beobachtungen an Vola manus und Planta pedis sprechen, auf die ich später noch zurückzukommen haben werde. Somit sind die Unterschiede nicht qualitativer Natur, sondern beruhen im wesentlichen nur auf der stärkeren Abplattung und der damit verbundenen geringeren Entwicklung der einzelnen Zellstructuren.

### Stratum corneum.

Seitdem Unna (59, 63) mit Bestimmtheit nachgewiesen hat, dass sich bei Verdauungsversuchen die ganze Hornschicht vom Strat. gran. bis zur Oberfläche gleich gebaut erweist, ist das als besondere Schicht beschriebene Strat. lucidum von den meisten Autoren nur als der basalste Theil des Strat. corn. aufgefasst worden, als den auch ich es betrachte. Was die Zellen der Hornschicht angeht, so werden sie als stark abgeplattete, trockene und verhornte Schüppchen beschrieben, welche die Eigenschaft haben, in Säuren und Alkalien zu quellen und von Verdauungsflüssigkeit nicht angegriffen zu werden. Letztere Eigenthümlichkeit verdanken sie einer Substanz, die als Keratin bezeichnet wird und sich als Umwandlungsprodukt eines Eiweisskörpers darstellt. Gegen die Annahme eines einheitlichen Baues der Hornzellen aller Hautstellen hat Zander (66) den Satz aufgestellt, dass man zwischen zwei Typen zu unterscheiden habe; der Typus *A* solle sich nur an *Vola manus* und *Planta pedis* finden und die Zellen dadurch charakterisirt sein, dass sie bläschenförmige Gebilde wären mit gut erhaltener Kernhöhle bei fehlendem Kern; der Typus *B*, der an den übrigen Hautstellen vorkommen soll, sei dadurch ausgezeichnet, dass die nach ihm gebaute Hornschicht aus total verhornten Zellen ohne nachweisbaren Inhalt bestünde, die sich zu Lamellen aneinanderschliessen würden; der Typus *A* sollte jedoch an den bezeichneten Stellen nicht rein vorkommen, sondern mit Typus *B* vermischt. Gegen diese Darstellung hat Koelliker (26) den Einwand erhoben, dass auch die Hornschicht des Typus *B* bei der Maceration in einzelne Zellen auseinanderfalle und diesen Zellen, ebenso wie denen des Typus *A*, die Eigenschaft zukomme, bei Behandlung mit Säuren und Alkalien zu Blasen aufzuquellen. Auch Unna (65) schloss sich Koelliker's Entgegnung an, da er nachweisen konnte, dass der Verdauung gegenüber sich alle Hornzellen gleich verhalten.

Was den Sitz der Hornsubstanz angeht, so scheint in den Kreisen der Dermatologen die Auffassung Unna's sich allgemeiner Anerkennung zu erfreuen, dass das Keratin sich nicht im Zellinnern findet, sondern nur in Form einer Membran, welche die Zelle umschliesst. Demgegenüber finde ich in den anatomischen Lehrbüchern vielfach die Angaben, dass auch im Zelleib selbst Hornsubstanz vorkomme und dass der Grad der Verhornung

verschieden sei, derart, dass er von der Basis nach der Peripherie fortschreite. Nach Stöhr (56) enthält die Hornzelle an Stellen mit dicker Epidermis ein feines Hornmaschenwerk, zu dem eine Zellmembran hinzukomme; Gegenbaur (19) bezeichnet den ganzen Körper der Zelle als aus Hornstoff bestehend, die Verhornung soll innerhalb des Strat. corn. von der Basis zur Peripherie allmählich zunehmen; von Brunn (7) bezeichnet die Elemente des Strat. lucid. durchweg als verhornt, während die Zellen der darüber befindlichen Lagen nur einen verhornten Mantel besitzen und im Innern von zahlreichen, feinen Hornfibrillen durchzogen sein sollen, die ein feines Maschenwerk darstellten; nur hier und da enthalte die Hornschicht einzelne Lagen vollkommen verhornter, platter Elemente. Diese Aufstellung rührt von Zander (66) her, der das Keratohyalin, bzw. das Eleidin direkt als Keratin ansah; auch Ernst (14) will übrigens mit Hilfe der Gram'schen Methode in den Hornzellen Körner zur Darstellung gebracht haben, die Hornsubstanz sein sollen. Nach Böhm und Davidoff (6) sind die Zellen namentlich an der Peripherie verhornt, die oberflächlichsten am meisten; nach Rauber (48) enthält jede Zelle ein feines Keratinmaschenwerk und eine starke Keratinhülle.

In Bezug auf den Bau der Hornzellen hat man zwischen Oberfläche und Zellinnern zu unterscheiden. Nach Koelliker (26) zeigt die erstere eine feine und dichte Punktirung und gröbere Falten und Leisten neben grösseren Feldern und Kanten; im Innern hat er faserartige, concentrische Streifen beobachtet, ebenso feine, mehr parallelen Fasern ähnliche Bildungen; von dem Kern sollen sich gelegentlich noch Reste nachweisen lassen. Rabl (40) konnte feine Linien sehen, von denen er einen Theil als der Oberfläche, einen andern dem Zellinnern angehörig betrachtet. Unna (59) fand isolirte Zellen mit Zacken besetzt, die er für die verkürzten Stacheln der Hornmembran hält; dieselbe Anschauung vertritt Rausch (49), dem es gelang, ein feinkörniges Oberflächenrelief nachzuweisen. Neuerdings hat Merk (35) die Behauptung aufgestellt, dass die Membran der Hornzelle durchlöchert sei und dass durch diese Poren die Verbindungsfäden der einzelnen Zellen hindurchtreten sollen.

Was die Intercellularstruktur angeht, so bleiben nach Unna (59) und Rabl (40) die Zellen der Hornschicht durch die geschrumpften Intercellularbrücken mit einander in Verbindung,

wodurch das feste Gefüge des Strat. corn. bedingt sein soll. Während letzterer noch eine Kittsubstanz annimmt, wird diese von Unna in Abrede gestellt. Koelliker (26) konnte feine Inter-cellularräume mit Andeutungen von Fäden nachweisen, welche die einzelnen Schüppchen in Verbindung setzen sollen.

Bei der Besprechung des Baues der Hornschicht erscheint es mir zweckmässig, insofern von meinem bisherigen Verfahren abzuweichen, als ich die Reihenfolge von innen nach aussen nicht einhalten, sondern in umgekehrter Ordnung vorgehen werde.

Unterwirft man ein Stückchen Haut von *Vola manus* oder *Planta pedis* der Maceration, indem man sich als Macerationsmittel der eingangs erwähnten Flüssigkeiten bedient, so lässt sich schon nach 24 Stunden die Hornschicht als eine breiige Masse abstreichen, die unter dem Mikroskop zahlreiche isolirte Zellen erkennen lässt. Die Zellen erscheinen bald mehr oder weniger abgeplattet, zeigen deutliche Felder an der Seite, die von dem Druck der Nachbarzellen herrühren und eine un-deutlich granulirte Oberfläche, gelegentlich auch feine Streifungen. Färbt man nun mit concentrirter wässriger Methylviolettlösung, so zeigen sich alle Zellen (Fig. 10) dunkelblauviolett gefärbt mit Ausnahme einer Stelle etwa in der Mitte der Zelle; hier ist eine rundliche Parthie, die wesentlich schwächer tingirt erscheint, aber gegenüber der Umgebung sich nicht scharf absetzt, sondern allmählich in sie übergeht. Es ist kein Zweifel, dass diese hellere Stelle der leeren Kernhöhle entspricht. Daneben treten nun an der Zelle bald schärfer, bald schwächer gefärbte un-regelmässige Felder hervor, die Druckstellen der Nachbarzellen. Als Haupterscheinung fällt aber eine feine Streifung in's Auge; die ganze Zelle wird von Fasern in allen Richtungen durchzogen; durch verschiedene Einstellung des Tubus kann man sich überzeugen, dass jedenfalls der grösste Theil derselben im Zellinnern gelegen ist, während die übrigen der Oberfläche zukommen. Bringt man ein Stückchen Haut von der gleichen Körperstelle in Verdauungsflüssigkeit, so tritt schon nach wenigen Stunden eine Trennung ein; ein Theil löst sich ab, schrumpft zusammen und wird schliesslich aufgelöst, das ist die Kutis mit Strat. Malp. und gran., während der andere, die Hornschicht, zunächst durch Aufquellen sein Volumen ausserordentlich ver-

grössert. Dabei haften zuerst die Zellen mit Ausnahmen der oberflächlichen fest aneinander und lassen sich nur durch Zerpupfen mit der Nadel isoliren; bald aber beginnt das ganze Stück, von der Peripherie her fortschreitend, sich in eine breiige Masse umzuwandeln, während im Innern sich noch länger ein festerer Kern erhält. So gewonnene isolirte Zellen zeigen, ohne Deckglas betrachtet, das Bild, wie es in Fig. 11 wiedergegeben ist. Die Zelle ist abgerundet, aufgetrieben und ausserordentlich stark lichtbrechend, so dass sie fast den Eindruck eines Fetttropfens macht; die Peripherie wird von einem hellen Saum gebildet. Beim Auflegen des Deckglases schwindet der starke Glanz, um nach Entfernung desselben wiederzukehren; die Form erfährt dabei keine Aenderung. Offenbar handelt es sich hierbei um eine Alteration der Brechungsverhältnisse, weil Zellen, die in der Untersuchungsflüssigkeit tiefer schwimmen, den Glanz nicht zeigen, ihn aber annehmen, sobald sie an die Oberfläche gelangen. Eine Behandlung solcher durch die Verdauung isolirten Zellen mit Methylviolett zeigt keine wesentliche Aenderung gegenüber den macerirten, mit Ausnahme ihrer mehr abgerundeten Gestalt.

Macerirt man nun Haut von anderen Körperstellen — es wurde von mir dazu Haut der Hüftgegend verwendet —, so lässt sich die Hornschicht nicht als breiige Masse abstreichen. Nach ca. 48 Stunden kann man sie in toto als ein zusammenhängendes Häutchen ablösen; um jedoch die Zellen zu isoliren, genügt nicht ein einfaches Abschaben oder ein leichter Druck mit dem Glasstab, sondern man hat noch Mühe, mit der Nadel das Häutchen zu zerpupfen. Die isolirten Zellen sind sehr stark abgeplattet und lassen von einer feineren Struktur kaum etwas erkennen. Bringt man nun Haut von derselben Körperstelle in Verdauungsflüssigkeit, so tritt auch hier eine Trennung ein; während Kutis und Epidermis mit Ausschluss der Hornschicht der Auflösung anheimfällt, löst sich die letztere gleichfalls als ein dünnes Häutchen ab, ohne besondere Quellungserscheinungen zu zeigen. Dieses Häutchen zerfällt auch bei sehr langer Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit nicht ohne weiteres in einzelne Zellen; ich habe es 14 Tage und noch länger bei 42° in der Pepsin-Salzsäurelösung gelassen, ohne dass ein Zerfallen eingetreten wäre; eine Lockerung wurde dann allerdings bemerkbar, doch konnten die Zellen nur mit Zuhilfenahme der Nadel isolirt

werden. Bei Zellen, die nur einige Tage in der Verdauungsflüssigkeit zugebracht hatten, zeigte sich gegenüber den Zellen von *Vola manus* und *Planta pedis* ein auffallender Unterschied, insofern hier die durch die stärkere Lichtbrechung deutlich gemachte Quellung nur auf einen scharf umschriebenen Theil in der Mitte der Zelle beschränkt blieb (Fig. 12) und diesen als eine deutliche Blase hervortreten liess, während der übrige Zelleib seine abgeplattete, unregelmässig begrenzte Form beibehielt. Färbte man eine Zelle mit Methylviolett, so nahm die ganze Zelle die Farbe ziemlich gleichmässig an (Fig. 13). Von feinerer Streifung oder Faserung war nichts zu erkennen, höchstens konnte man eine undeutliche Granulirung der Oberfläche beobachten; dagegen zeigten sich auch hier gröbere, dunklere Streifen, die Druckgrenzen der Nachbarzellen. Die centrale Blase hatte als auffallendes Merkmal einem scharfen, farbigen Kreis Platz gemacht. Zellen, die aus dem Häutchen nach stärkerer Lockerung des Zellverbandes isolirt waren, wiesen keine centrale Blase mehr auf, dagegen war nun die ganze Zelle, ähnlich wie bei Fig. 11, nur etwas weniger stark aufgequollen.

Zunächst geht aus diesen Beobachtungen hervor, dass die Verbindung der Hornzellen der *Vola manus* und *Planta pedis* viel lockerer ist, als die der Zellen der übrigen Hautstellen, die in Form von Lamellen zusammenhängen. Während ferner erstere unter Einwirkung von Verdauungsflüssigkeit rasch in toto aufquellen, bleibt die Quellung bei letzteren nur auf eine centrale Stelle, die leere Kernhöhle, beschränkt; der übrige Zelleib zeigt sich anfänglich unverändert, erst bei viel längerer Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit quillt auch dieser auf. Das Zellinnere der erstere Zellen wird von einem feinen Faserwerk gebildet, das sich gegen die Kernhöhle undeutlich abgrenzt, daher der verschwommene Umriss; während bei letzteren das Zellinnere faserlos ist und die Zellwände miteinander verklebt sind bis auf die Stelle, wo der Kern lag. Dieser findet sich, wie bereits erwähnt, schon innerhalb des Strat. gran. in einer kugeligen Auftreibung; hier ist also die nicht verklebte Wandung der Kernhöhle scharf von dem übrigen Zelleib abgegrenzt; bei der Färbung zeigt sich diese Grenze daher als ein scharfer Ring. Länger dauernde Einwirkung der verdauenden Reagentien vermag jedoch auch hier die

verklebten Wände zu lösen; die Zelle quillt dann in gleicher Weise wie die übrigen auf.

Behandelt man Zellen von *Vola manus* und *Planta pedis* nach dem von Rausch (49) angegebenen Verfahren, so kann man, wie er angiebt, eine feine Punktirung der Zelloberfläche beobachten neben einer verschiedenartigen Färbung der einzelnen Zellen, die von blau bis roth alle Farbennuancen zeigen; jedoch vermag ich seine Angabe, dass die rothen Zellen stets glatt seien, nicht zu bestätigen, da ich auch rothe Zellen deutlich punktirt fand. Rausch hat diese Tüpfelung so gedeutet, dass sie die gefärbten, verkürzten Zellstacheln darstellen würde; ich trage Bedenken, mich völlig dieser Auffassung anzuschliessen und zwar aus folgenden Gründen. Die von Rausch angegebene Methode erzeugt keine eigentliche Färbung, sondern Niederschläge, die bedingt werden durch die Mischung des polychromsauren Methylenblau mit dem zur Differenzirung benutzten rothen Blutlaugensalz. Von dieser Thatsache kann man sich leicht überzeugen, wenn man beide Lösungen im Reagensglas mischt oder besser unter dem Deckglas ineinanderfliessen lässt; es bilden sich dann Niederschläge vom groben Gerinsel bis zu den feinsten Körnern. Dass es sich auch bei der Färbung um solche Niederschläge handelt, geht daraus hervor, dass die Punktirung der Oberfläche ausbleibt, wenn man das Blutlaugensalz weglässt, dann aber auch an dem durchaus unregelmässigen Charakter der Granulirung selbst, die bald grob-, bald ausserordentlich feinkörnig erscheint. Ich habe in Fig. 14 eine solche Zelle wiedergegeben, an der auch gröbere Niederschläge eingezeichnet sind. Stets habe ich übrigens, was Rausch nicht erwähnt, auch hier die Kernhöhle durch schwächere Tingirung angedeutet gefunden, ein Umstand, der mich veranlasst, für das Innere der Zelle doch eine Färbung anzunehmen. Ueberhaupt möchte ich mit dem Einwand gegen die Rausch'sche Methode keineswegs eine Reliefbildung in seinem Sinne in Abrede stellen; dass diese thatsächlich vorhanden ist, dafür vermag ich unwiderlegliche Beweise zu bringen; nur neige ich zu der Annahme, dass nicht die Höhe der Oberflächenzacken durch die Punktirung bezeichnet wird, sondern stets die tiefste Stelle um diese herum, in der sich der Niederschlag festsetzen würde. Auf die Deutung der verschiedenen Farben der Zellen werde ich später zurückkommen.

Ich gehe nunmehr zu der Besprechung des Aussehens der Hornschicht von *Vola manus* auf Schnitten über. An Präparaten, die in Alkohol gehärtet, 2,5—5,0  $\mu$  dick geschnitten und mit Eisenhämatoxylin gefärbt waren, zeigte sich die Hornschicht vom Strat. gran. bis zur äussersten Peripherie blaugefärbt (Fig. 15). Die Färbung ist im allgemeinen gleichmässig, nur die basalsten Theile, die dem Strat. luc. entsprechen, zeichnen sich durch einen tieferen Farbenton aus. Die Zellen bilden jedoch keine zusammenhängende Masse, sondern sind von einander durch deutliche Intercellularräume getrennt, die stets als weisse Linien zwischen den Zellen auftreten und keine Farbe annehmen. Die Form der einzelnen Zellen ist keineswegs so einfach, wie man bisher annahm, und wie die Abbildungen von Koelliker (Fig. 152) oder von Rabl (Fig. 27) wiedergeben, sondern die Zellen zeigen eigenthümliche Gabelungen und Fortsätze, die ihrerseits wieder Theilungen unterliegen und in die dann, was die Hauptsache ist, die Nachbarzellen eingreifen, sodass alle Zellen fest ineinandergekeilt erscheinen. Nach der Peripherie, dem Strat. disjunctum Ranvier's, zu wird die feste Verkeilung gelockert, während die Zellen ihre abenteuerliche Form (Fig. 16) behalten. Die Zeichnung der Zellgruppen ähnelt der Zeichnung der Landesgrenzen einer Landkarte, wie Ernst (14) schon gesehen zu haben scheint. Bei stärkerer Vergrösserung kann man erkennen, dass die Oberfläche der Zelle mit kleinen Fortsätzen bedeckt ist (Fig. 16), die ziemlich dicht nebeneinanderstehen und an ihrem Ende etwas abgerundet sind, ich will sie deswegen als Zähnen bezeichnen. Eine Verbindung dieser Zähnen durch Fäden lässt sich niemals weder im basalen noch im peripheren Theil nachweisen; dagegen scheinen sie bald ineinanderzugreifen, bald einander gegenüberzustehen, wie Fig. 17 wiedergibt. Eine Substanz, welche die Intercellularräume ausfüllt, wie sie namentlich von Rabl behauptet wird, lässt sich färblich auf keine Weise zur Darstellung bringen. Das feste Gefüge der Zellen der Hornschicht wird demnach nicht durch Verbindungsfäden oder durch eine Kittsubstanz bedingt, sondern durch das eigenthümliche Ineinandergreifen der Zellen. Die Abschilferung geschieht in der Weise, dass durch mechani-

sche Einwirkung die peripheren Zellen zunächst in ihrer Verteilung gelockert werden und schliesslich abfallen; die Zähnchen selbst bleiben bis in die äusserste Peripherie unverändert erhalten. Sehr wahrscheinlich kommt dem Scheweisse nach dieser Richtung hin eine besondere Bedeutung zu, dadurch dass er infolge seines Eindringens in die Interzellularräume die Auflockerung der Zellen begünstigt; diese scheint nämlich in der Umgebung der Drüsengangöffnung auf der Oberfläche der Hornschicht bedeutend stärker zu sein als an den übrigen Stellen. Dass übrigens die Zellformen und die Zähnchen keine Kunstprodukte sind, etwa durch eine Schrumpfung in Alkohol bedingt, geht einmal daraus hervor, dass sich die Hornzellen der Einwirkung des Alkohols gegenüber überhaupt sehr indifferent verhalten, dann aber daraus, dass sich dieselben Verhältnisse auch an Präparaten finden, die in Zenker'scher Flüssigkeit gehärteter Haut entstammen.

Gegenüber der Hornschicht von *Vola manus* und *Planta pedis* zeigt die der übrigen Hautstellen ein abweichendes Verhalten. Hier sind die einzelnen Zellen thatsächlich, wie Zander beobachtet hat, zu Lamellen zusammengeslossen, die in 5—6 Lagen übereinander geschichtet sind und mit einander an einzelnen Stellen in Verbindung stehen (Fig. 18). Interzellularräume sind hier nicht nachweisbar, ebensowenig Zähnchen; die Zellen scheinen fest mit einander verklebt. Da die einzelnen Lamellen durch Zwischenräume von einander getrennt sind, bei der Weiterbehandlung der Schnitte aber das in diese eingedrungene Paraffin gelöst wird, so verlieren solche Lamellen gelegentlich ihren Halt und legen sich um; man erhält so ein Flächenbild, in dem man erkennen kann, dass die Lamellen aus Zellen zusammengesetzt sind (Fig. 19), deren Membranen fest mit einander verklebt erscheinen. Die Lamellen bestehen also aus stark abgeplatteten Zellen, deren Wände aneinanderliegen, dadurch zeigen sie eine doppelte Contourirung; ein Inhalt lässt sich nicht nachweisen.

Wie schon erwähnt, sind die in Alkohol fixirte Zellen von einer homogenen, gleichmässig gefärbten Masse ausgefüllt. Nur selten kann man eine Zelle beobachten, die in der Mitte eine Durchlöcherung zeigt. Fig. 15 giebt zwei solcher Zellen wieder. Dieses Loch entspricht der leeren Kernhöhle. Es

scheint auffallend, dass Andeutungen einer solchen sich nur spärlich finden, während doch nachweisbar jede Zelle ihre Kernhöhle besitzt. Der Grund ist der, dass sie nur dann deutlich wird, wenn sie auf beiden Seiten angeschnitten ist, also direkt ein Loch in dem Zelleib bildet. Bei nur einseitiger Eröffnung wird sie eben durch die Färbung des noch darunter oder darüber gelegenen Zellinhalts verdeckt. Was den Kern selbst angeht, so konnte ich Reste desselben in Gestalt kleiner Bröckel noch im Gebiete des *Strat. lucid.* beobachten, oft auch noch ganze, allerdings stark geschrumpfte Kerne; in den oberflächlichen Lagen dagegen war die Kernhöhle stets leer. Ab und zu sieht man auch Zellen, die nicht völlig blau gefärbt sind, sondern ein deutliches Maschenwerk im Innern zeigen (Fig. 20) mit einer mittleren faserlosen Stelle, die der Kernhöhle entspricht. Besser tritt die Faserung an Hornzellen hervor, die in Zenger'scher Flüssigkeit fixirt waren. Offenbar durch die Einwirkung der Müller'schen Lösung und des Eisessigs ist hier diejenige Substanz, die den Einblick verdeckt, gelöst worden. Man erhält dann Bilder, wie sie Zander gesehen und abgebildet hat. Jedoch zeigen nicht alle Zellen dasselbe Verhalten, sondern ein grosser Theil gleicht denen von in Alkohol fixirten Präparaten, d. h. sie waren mehr abgeplattet, von der oben beschriebenen Oberflächenbildung und mit homogenem Inhalt. Beide Arten hat auch Zander nebeneinander beobachtet und daraus Veranlassung genommen, einen Theil dieser Zellen als total verhornt zu bezeichnen. Dass dies jedoch nicht zutreffend ist, ergeben ohne weiteres die Verdauungsversuche, von denen gleich die Rede sein wird. Wie Rabl, dessen Argumenten ich mich auf Grund derselben Beobachtung anschliessen kann, schon treffend hervorgehoben hat, handelt es sich bei diesen bläschenförmigen Zellen um Quellungsprodukte, wie auch daraus hervorgeht, dass die Intercellularräume an ihnen völlig fehlen und die Membranen der benachbarten Zellen unmittelbar aneinander stossen; Andeutungen von Zähnen konnte ich übrigens mehrere Male noch beobachten. Bei Färbung dieser Präparate mit der Kromayer'schen Methode erkennt man deutlich eine Membran und ein feines Maschenwerk im Innern. Ich gebe in Fig. 21 drei derartige Zellen wieder.

Rabl hat die Behauptung aufgestellt, dass diese Faser-  
 masse im Innern der Hornzelle nichts anderes wäre als die per-  
 sistirenden Protoplasmafasern des Strat.  
 Malp. Diese Annahme glaubt Kromayer (31) mit dem Hin-  
 weis entkräften zu können, dass das Fasernetz in letzteren Zellen  
 ein viel feineres sei als das in den Hornzellen, welches er nur  
 für ein Kunstprodukt erklärt. Dem gegenüber trete ich völlig  
 der Ansicht Rabl's bei und zwar aus folgenden Gründen. Ein-  
 mal kann dieses Netzwerk continuirlich in allen Zellschichten ver-  
 folgt werden, vom Strat. Malp. (Fig. 3), durch das Strat. gran.  
 (Fig. 8) bis in's Strat. corn. (Fig. 21); dass sich das feine Fi-  
 brillennetz dabei etwas vermindert, ist ohne wesentliche Bedeutung;  
 die Veränderung besteht, wie wir sehen werden, vor allem darin,  
 dass es der Verdauungsflüssigkeit gegenüber etwas widerstands-  
 fähiger geworden ist. Zweitens lässt es sich durch alle Schichten  
 mit Hilfe der Kromayer'schen Methode nachweisen; wenn  
 es also in einer Schicht Kunstprodukt ist, so müsste man an-  
 nehmen, dass das gleiche auch in anderen Lagen der Fall ist;  
 mir ist jedoch nicht bekannt, dass die so dargestellten Fasern  
 von Kromayer selbst oder von anderen Autoren für Kunst-  
 produkte gehalten werden. Endlich müsste doch noch ein Zer-  
 fallsprodukt der Protoplasmafasern nachweisbar sein, wenn diese  
 auf dem Wege zur Hornschicht zu Grunde gehen würden. Da  
 aber feststeht, dass das Keratohyalin als solches nicht anzu-  
 sehen ist, haben wir mit Rabl das Maschenwerk der  
 Hornzellen als die persistirende Fibrillarmasse der Zellen des Strat. Malp. und gran. auf-  
 zufassen.

Ebenso wie der im Zellinnern gelegene Theil der Fibrillar-  
 substanz sich in den Zellen des Strat. corneum erhalten hat,  
 trifft dies für den peripheren, das Exoplasma, zu. Wir haben  
 gesehen, dass sich dessen Fibrillen innerhalb des Strat. gran. zu  
 einer deutlichen Membran verdichtet haben, und diese Membran finden wir wieder im Strat. corneum nur mit  
 dem Unterschiede, dass sie sich hier als völlig verhornt er-  
 weist. Ihre Zusammensetzung aus einzelnen Fasern lässt sich  
 noch an dem Oberflächenbau der Hornzelle erkennen, auf deren  
 streifigen Charakter ich oben aufmerksam gemacht habe. Neben  
 den dort angeführten Autoren, Koelliker und Rabl, hat be-

sonders auch Ranvier (47) Beobachtungen in der gleichen Richtung gemacht; er sagt von den Zellen der basalen Lagen des Strat. lucid.: Elles possèdent une enveloppe dans laquelle se trouvent des fibrilles épidermiques enroulées comme les fils d'un cocon.

Es fragt sich nun noch, woher die eigenthümliche Zähne stammen, welche der Oberfläche der Hornzelle aufsitzen. Die Zellen des Strat. granul. sind, wie oben beschrieben, noch mit einander durch Intercellularbrücken verbunden, die aber in der Hauptsache hier nur noch aus den medialen Knötchen bestehen, während die Faser selbst bedeutend verkürzt ist. Am Uebergange des Strat. gran. in das Strat. corn. sind jedoch nur noch Knötchen nachweisbar. Diese bilden sich zu den Zähnen der Hornzelle um, wobei sie wahrscheinlich in der Mitte durchreißen, ein Vorgang, der mit einer geringen seitlichen Verschiebung der getrennten Stücke gegen einander verbunden sein kann. Dadurch wird die Verbindung der beiden Zellen gelöst, sodass innerhalb der Hornschicht keine Brücken mehr vorhanden sind. Dass es zu einer Trennung des Knötchens in zwei gleiche Theile kommt, geht daraus hervor, weil man stets sieht, dass an die Stelle, wo ein Knötchen lag, bei der Umwandlung in die Hornzelle ein Zahn getreten ist. Es kann sich jedoch nicht das ganze Knötchen umgebildet haben, weil ja sonst der gegenüber liegenden Zelle nach ihrem Uebertritt ins Strat. corn. ein Zahn fehlen müsste; ein solches Verhalten ist jedoch nicht zu konstatiren. Jede Hornzelle zeigt vielmehr ihren Rand mit Zähnen besetzt, die genau soweit von einander entfernt sind wie die Knötchen des Strat. granul. Die direkte Beobachtung, dass eine Hornzelle ein deutliches Zahn hatte, während die anstossende Zelle des Strat. gran. ein derselben Brücke angehöriges, verkleinertes Knötchen aufwies, ist mir allerdings nicht gelungen; es liegt dies daran, dass die Knötchen ihre Farbe schon abgegeben haben, bevor die Zähne scharf differenzirt sind. Darum ist der Beweis für die Theilung nur indirekt zu erbringen. Sobald also die seit ihrer Entstehung mit einander durch Brücken verbundenen Zellen diesen Zusammenhang lösen, scheint auch das Knötchen sich zu theilen; damit gewinnt die Annahme, dass dieses Gebilde nur genetisch zu betrachten ist und nur die Zellgrenze markirt, an Bedeutung.

Die Frage nach dem Sitze der Hornsubstanz

kann nur durch Verdauungsversuche gelöst werden. Bringt man Hautstückchen von *Vola manus* oder *Planta pedis* in die Verdauungsflüssigkeit, so vollziehen sich zunächst die bereits oben geschilderten Vorgänge, die Auflösung der Kutis und die Quellung der Hornschicht. Ich habe nun ein solches gequollenes Hornstückchen, noch ehe der Zellverband zu sehr gelockert war, in fließendem Wasser gehörig ausgewaschen, in Alkohol gehärtet, in Paraffin eingebettet und  $2,5\ \mu$  dick geschnitten. Dabei zeigte nun die ganze Hornschicht vom Strat. gran. bis zur Peripherie das gleiche Verhalten. Sämmtliche Zellen sind bläschenförmig aufgequollen (Fig. 22), von einer deutlichen Membran umgrenzt und mit einem reichen Maschenwerk im Zellinnern erfüllt, von dem nur eine mittlere ovale Stelle, die Kernhöhle, frei bleibt. Intercellularräume sind nicht vorhanden; die Membranen der benachbarten Zellen liegen direkt auf einander; hie und da sind Andeutungen von Zähnchen zu erkennen. Das Bild ist also dasselbe wie bei den mit Zenker'scher Flüssigkeit fixirten Präparaten, nur mit dem Unterschiede, dass jetzt alle Zellen den gleichen Bau zeigen. Damit ist bewiesen, dass Zander im Unrecht ist anzunehmen, dass innerhalb der Hornschicht der *Vola manus* und *Planta pedis* sich total verhornte Zellen finden. Die an der äussersten Schnittperipherie gelegenen Zellen zeigen einen Theil ihres faserigen Inhalts gelöst und nur noch von einer Membran umgeben (Fig. 23).

Unterwirft man nun einen derartigen Schnitt nochmals der Verdauung, so löst sich das ganze Faser-netz im Innern jeder Zelle; es bleibt nichts zurück als die Membran, die mit der Nachbarzelle zu einer einzigen Lamelle verklebt erscheint (Fig. 24). Die Angaben Unna's (59), dass noch eine fädige Verbindung zwischen diesen beiden Membranen vorhanden sei, kann ich ebensowenig wie Behn (2) und Rabl (40) bestätigen. Niemals habe ich etwas gesehen, das auch nur im entferntesten im Unna'schen Sinne hätte gedeutet werden können; die Zellgrenzen waren stets durch eine einfache Lamelle markirt.

Interessant ist der Verdauungsversuch mit Haut von der Hüftgegend. Das abgelöste Häutchen, ausgewaschen, in Alkohol fixirt und geschnitten, erscheint aus Lamellen aufgebaut, die abgesehen von einer etwas grösseren Lockerung der lamellösen

Lagen untereinander genau dem Bilde von nicht verdauter Haut entsprechen (Fig. 18). Auch hier ist die Doppelkontourirung deutlich. Bringt man aber einen derartigen Schnitt nochmals in die Verdauungsflüssigkeit, so lösen sich die Lamellen zu einem Netzwerk auf (Fig. 25); die doppelte Kontourirung ist verschwunden; anstatt der dicken Bänder zeigen sich feine Linien — kurz das Bild ist das gleiche wie das von der Haut der *Planta pedis* gewonnene. Daraus kann man schliessen, dass den Zellen der übrigen Hornschicht das feine Faserwerk fehlt; jedoch sind die aneinander liegenden Zellwände nicht miteinander verwachsen, sondern nur verklebt und lassen sich bei direkter Einwirkung von geeigneten Reagentien abheben. Der Verdauungsversuch stützt also das schon durch die Behandlung isolirter Zellen gewonnene Resultat.

Damit komme ich zur Bestätigung des schon längst von Unna (59, 63) aufgestellten Satzes, dass die Hornsubstanz der Hornzellen nur auf die Membran beschränkt ist, dass ferner die basalen Zellen der Hornschicht — das *Strat. lucid.* inbegriffen — genau in gleichem Grade verhornt sind wie die am weitesten peripher gelegenen, und drittens dass eine regionäre Differenz in dieser Beziehung für die verschiedenen Hautstellen nicht besteht. Das Keratohyalin kann also, wie Zander annahm, ebenso wenig Hornsubstanz sein, wie die von Ernst (14) beschriebenen Granula im Innern der Zelle. Wenn man eben nur die Substanz als Keratin bezeichnet, welche der Verdauung widersteht, so kann auch das in der Zelle gelegene Maschenwerk nicht als verhornt bezeichnet werden, da es bei angeschnittener Zelle sich löst. Der Umstand jedoch, dass die Fibrillen ausserordentlich säurebeständig zu sein scheinen, insofern sie entgegen der die Maschen ausfüllenden Masse bei Verdauung in toto nicht zerstört werden, machte es wahrscheinlich, dass doch die Fasern in ihrer Zusammensetzung irgend eine Umwandlung erfahren haben, jedenfalls nicht mehr aus dem gleichen Eiweisskörper bestehen wie innerhalb des *Strat. Malp.*

Die Unterschiede zwischen den Hornzellen der *Vola manus* und *Planta pedis* und den nach dem

Zander'schen Typus *B* gebauten Hautstellen sind lediglich durch mechanische Momente bedingt. Wie schon früher hervorgehoben, ist der Druck und Zug, den die einzelnen Zellen bei ihrem Vorrücken nach der Peripherie erleiden, um so stärker, je geringer die Zellenzahl ist. Die Zelle wird also in letzterem Falle früher abgeplattet und in die Länge gezogen; damit werden auch die Intercellularräume bis zum völligen Verschwinden verengert, sodass die Zellen fest aneinander liegen. Bei der Kleinheit der Zellen im Strat. Malp. ist eigentlich nur die periphere Fibrillenmasse stärker entwickelt; indem sich diese zur Hornsubstanz umwandelt, werden infolge des gesteigerten Zuges und Druckes die Zellwände aufeinander gepresst. Dadurch geht das ohnehin nur in Spuren vorhandene Maschenwerk im Zellinnern zu Grunde; die Wände verwachsen jedoch nicht miteinander, da wohl die Zellen keine aktive Lebensthätigkeit mehr entfalten können, sondern es kommt nur zu einer festen Verklebung. Wie die Wände ein und derselben Zelle sich aneinander legen und so ein anscheinend total verhorntes Plättchen gebildet wird, vollzieht sich der gleiche Vorgang zwischen den Nachbarzellen; auch hier kommt es nur zu einer festeren Verklebung der einander zugekehrten Membranseiten, die durch geeignete Mittel jedoch gelöst werden kann.

Neuerdings hat Merk (35) die Theorie aufgestellt, dass dem Plasma der Hornzellen eine Lebensthätigkeit zukomme, die sich darin äussert, dass die Zellen durch angebliche ihre Membran durchsetzende Poren im Stande seien, überflüssige Flüssigkeitsmengen aus dem tiefer gelegenen Gewebe in sich aufzunehmen und durch Verdunstung an die Oberfläche abzugeben; es komme ihnen so eine bedeutende regulatorische Thätigkeit zu. Merk kam zu dieser Annahme, weil er beobachtet hatte, dass bei Injektionen in die Fingerbeere die basalen Hornzellen gequollen waren. Ganz abgesehen davon, dass eine des Kerns entbehrende Zelle noch aktive Lebenserscheinungen zeigen soll, ist die anatomische Grundlage der Theorie unrichtig; denn Poren, welche die Zellmembran durchsetzen, existiren nicht; wären solche vorhanden, so müssten sie sich doch bei ganz oder theilweise verdauten oder mit Alkalien behandelten, aufgequollenen Zellen auf dem Durchschnitte als Unterbrechungen der Membran zeigen; derartige Lücken kann ich aber nirgends finden, noch sind

sie je von anderen Autoren beschrieben oder abgebildet worden. Ferner aber hat Merk den in diesem Falle wichtigen Unterschied zwischen den Hornzellen der Vola manus und der übrigen Haut nicht beachtet. An den letzteren ist es absolut unmöglich, Flüssigkeit in das Innere der das Strat. corn. bildenden Hornlamellen hineinzupumpen. Wie schwer sich hier die aneinander liegenden Zellwände lösen, beweisen meine oben angeführten Versuche. Die ganze von Merk behauptete regulatorische Thätigkeit würde sich also bestenfalls auf die Hornschicht der Vola manus und Planta pedis beschränken können.

Es bleibt nun noch die Erörterung über diejenige Substanz, welche das Maschenwerk der Hornzellen ausfüllt. Bekanntlich war es Ranvier (44), der zuerst innerhalb des Strat. lucid. eine eigenthümliche, fettartige und tropfenbildende Masse beschrieb, die sich besonders mit Pikrokarmine lebhaft färbte, und von ihm als Eleidin bezeichnet wurde. Dieses Eleidin füllte die basale Hornzelle und floss beim Anschneiden aus. In den mehr peripher gelegenen Theilen der Hornschicht war diese Masse nicht mehr nachweisbar; weder zeigten sich hier die charakteristischen Tropfen noch die spezifische Pikrokarminfärbung. Das Eleidin blieb also auf die basale Lage beschränkt; ihm soll das Strat. lucid. seinen eigenthümlichen matten Glanz verdanken, den Oehl (37) zu dieser Namengebung veranlasste. An den übrigen Hautstellen — die eben gemachten Angaben beziehen sich nur auf Vola manus und Planta pedis — war weder im Strat. lucid. noch in den höheren Lagen deutliches Eleidin nachweisbar. Nach den Untersuchungen von Dreysel und Oppler (10) soll es sich nur ab und zu in Spuren in der basalsten Zellreihe der Hornschicht vorfinden. Ueber die Herkunft des Eleidins gehen die Ansichten auseinander. Von Ranvier, Rabl u. a. wird es als das Umwandlungsprodukt des Keratohyalins betrachtet, während die beiden oben genannten Autoren und mit ihnen Buzzi, wenigstens in seiner ersten Arbeit (8), Eleidin und Keratohyalin als Substanzen ansehen, die wenig mit einander zu thun haben.

Wenn man die Haut in Alkohol oder Formol gehärtet hat, so erscheint, wie bereits erwähnt und in Fig. 15 wiedergegeben, der Inhalt der Hornzellen als eine homogene Masse, in der im Allgemeinen kein feinerer Bau, insbes. kein

Netzwerk zu erkennen ist. Die basalen Theile, d. h. die 3 bis 4 untersten Zelllagen, unterscheiden sich von den übrigen nur durch die intensivere Färbung vor allem bei Verwendung von Eisenhämatoxylin. Bei Hautstücken, die in Zenker'scher Flüssigkeit fixirt (Fig. 21), oder bei solchen, die in toto der Verdauung unterworfen waren (Fig. 22), tritt nun bei Anwendung der gleichen Färbungsmethoden ein deutliches Maschenwerk hervor, während der zwischen den Fasern gelegene Theil völlig ungefärbt bleibt. Daraus folgt, dass die gleichartige Färbung im ersteren Falle bedingt ist durch das Vorhandensein einer Substanz, die das Maschenwerk völlig ausfüllt, durch entsprechende Behandlung jedoch in Lösung geht und sich dadurch dem färbereichen Nachweis entzieht; damit tritt das unveränderte Zellgerüst hervor. Nun haben bereits Dreysel und Oppler nachgewiesen, dass das Eleidin in allen stärkeren Säuren lösbar ist, aber auch in Müller'scher Flüssigkeit; bei der Zenker'schen wirken zur Lösung mit der letzteren der Eisessig zusammen, bei der Verdauungsflüssigkeit die Salzsäure. Damit ist bewiesen, dass die das Fasernetz der Hornzellen ausfüllende Masse das Eleidin ist. Es hat Grosse (20) die Behauptung aufgestellt, dass das Eleidin in Alkohol fest werde und dann auf dem Schnitte nicht mehr austrete; dieser Auffassung traten jedoch Dreysel und Oppler entgegen, da sie nachweisen konnten, dass auch bei Alkoholfixirung des Eleidin seinen flüssigen Charakter behält. Thatsächlich füllt es doch die Zellen des Strat. lucid. aus; wenn es also in derselben Lage einmal fest, das andere Mal mehr flüssig erscheint, so liegt der Grund in der verschiedenen weiteren Behandlung der Präparate. Der Ausdruck Eleidin ist reservirt für die in den basalen Theilen der Hornschicht gelegene Masse, deren Haupteigenschaft ihre flüssige Beschaffenheit ist. Da nun die Zellen der ganzen Hornschicht mit einer homogenen Substanz sich gefüllt erweisen, die sich im basalen Theile, wo sie das Eleidin darstellt, nur durch eine stärkere Aufnahmefähigkeit für Farbstoffe auszeichnet, Säuren gegenüber aber sich in der ganzen Schicht gleich verhält, so haben wir es in den übrigen Zelllagen mit einer Masse zu thun, die ein Derivat des Eleidins ist; diese Substanz ist besonders dadurch charakterisirt, dass sie eine mehr feste Consistenz hat und infolge dessen aus der angeschnittenen Zelle nicht auszu-

fließen vermag. Der Kürze wegen bezeichne ich sie als Par-eleidin.

Um die Frage nach der Herkunft des Eleidins zu lösen, bedarf es nur der einfachen Beobachtung der Zellen an der Uebergangszone aus dem Strat. gran. in das Strat. corn. Neuerdings hat Ranvier (47) das Stat. lucid. in zwei Schichten eingetheilt, eine basale, unmittelbar an das Strat. gran. grenzende, die er als Strat. intermedium bezeichnet, und eine periphere, das eigentliche Strat. lucid. Die erstere Lage soll sich von letzterer dadurch unterscheiden, dass sie bei Fixirung in Osmiumsäure nach Pikrokarminfärbung als ein lebhaft roth gefärbtes Band erscheint, während das letztere ungefärbt bleibt; dieses Band soll aus 2—3 Zelllagen bestehen und seine periphere Abgrenzung eine gleichmässige sein, seine basale dagegen ausgezackt (festoné). An Präparaten, die in Alkohol fixirt und mit Eisenhämatoxylin gefärbt sind, scheint der Uebergang der Zellen des Strat. gran. in die des Strat. lucid. dadurch auffallend charakterisirt, dass die Keratohyalinschollen, mit denen die Zellen der ersteren Lage vollgepfropft sind, plötzlich verschwinden und einer diffusen Blaufärbung der ganzen Zelle Platz machen. Die Umwandlung trifft jedoch nicht die Zellen der peripheren Lage des Strat. gran. alle gleichmässig, sondern sie unterliegen vereinzelt dem Process; man findet also zwischen Zellen mit noch deutlichen Keratohyalinschollen solche, in denen an Stelle der letzteren schon jene homogene Masse getreten ist. Figur 26 giebt ein derartiges Bild wieder. So entsteht das eigenthümliche „festonirte“ Aussehen, wie es Ranvier geschildert hat. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die homogene Substanz, die nun im Strat. lucid. die Zelle diffus erfüllt, also das Eleidin, nichts anderes ist, als die ineinander geflossenen Keratohyalin-granula. Der sichere Beweis wird dadurch erbracht, dass sich thatsächliche Uebergänge von einer in die andere Form finden lassen. Ich gebe in Fig. 27 eine solche Zelle wieder, die nach der Kromayer'schen Methode gefärbt ist; während die eine Hälfte noch deutlich Schollen aufweist, ist die andere bereits diffus erfüllt; nach dem Grade der Färbung erkennt man, dass die dichteste Stelle am Rande liegt und nach der anderen Seite zu, also gegen den noch nicht zerflossenen Theil, abnimmt. In Fig. 26 ist die links gelegene Zelle noch mit getrennten Granula

vollgepfropft, während die rechte eben zerflossen ist; die ursprünglichen Schollen lassen sich noch an der dunkleren Färbung erkennen, die Zwischenräume zwischen den Granula, die erst durch das Zerfliessen ausgefüllt werden, an der helleren Tinction. Fig. 28 zeigt einen Schnitt, der mit Hämalau und van Gieson'scher Mischung gefärbt ist; die Zelle am weitesten links lässt noch einzelne distincte Granula erkennen, die mittlere ist im Zerfliessen begriffen, befindet sich also etwa in demselben Stadium, wie die rechte in Fig. 26, während die Zelle rechts schon eine diffuse Infiltration aufweist. Interessant ist auch die Beobachtung Buzzis (9), der ursprünglich (8) den Standpunkt vertrat, dass beide Körper nichts miteinander zu thun hätten; er fand an Warzen, dass Eleidin innerhalb der Zellen des Strat. gran. neben Keratohyalin aufgetreten war, und neigt daraufhin zu der Annahme, dass trotz topographischer, morphologischer und chemischer Verschiedenheit das Eleidin vom Keratohyalin her stammt. Ranvier (47) drückt den Zusammenhang beider Substanzen durch folgenden Satz aus: *L'éléidine granuleuse s'est transformée en éléidine diffuse*. Durch das Zerfliessen erklärt sich auch der anscheinend ganz unvermittelte Uebergang vom Strat. gran. in das Strat. corn. in der einfachsten Weise.

Was den Zusammenfluss bedingt, muss einstweilen dahingestellt bleiben; es scheint mir jedoch im höchsten Grade wahrscheinlich, dass Lösungsprodukte des Kernes es sind, die, in das Protoplasma der Zelle übertretend, das Keratohyalin verflüssigen, weil die Zone, in der der Hauptzerfall des Kerns sich vollzieht, mit jener Uebergangszone zusammenfällt.

Durch die Umwandlung des körnigen Keratohyalins in das flüssige Eleidin wird die Hornzelle von einer homogenen Substanz erfüllt, in der man, wenigstens bei Färbung mit Eisenhämatoxylin kein Maschenwerk mehr erkennen kann, während es nach den Angaben von Unna und Rabl bei Behandlung nach der Kromayer'schen Methode sichtbar sein soll; ich muss gestehen, dass es mir nicht gelungen ist, etwas derartiges festzustellen; Zellen, wie sie Fig. 20 wiedergibt, waren nur sehr spärlich vorhanden und lagen in mehr peripheren Schichten. Der Grund, warum das Faserwerk nicht hervortritt, ist darin zu suchen, dass das durch die Behandlung festgewordene Eleidin sich dem Farbstoff gegenüber ebenso verhält, wie das Netzwerk und die Mem-

bran; möglicherweise bestehen geringe Differenzen in Bezug auf die Stärke der Färbung, ohne dass sie sich aber bes. bemerkbar machten. Die gleiche Färbbarkeit aller Zelltheile wird an der Intercellularstructur sehr deutlich. So lange das Keratohyalin noch vorhanden ist, kann man die Brückenknötchen als Punkte wahrnehmen, die von den peripheren Keratohyalingranula scharf — durch die nicht gefärbte Membran — getrennt sind; mit dem Moment des Zerfliessens hört jedoch die Trennung auf und die Knötchen erschienen nun direct als die Zähnchen der Hornzelle in gleichmässiger Färbung mit deren Inhalt (Fig. 27).

Diejenigen Autoren, die Keratohyalin und Eleidin als nicht zusammengehörig betrachten, schliessen dies aus mehr oder weniger grossen Differenzen beider Substanzen chemischen Reagentien gegenüber. Da ich nach dieser Seite hin die beiden Körper nicht vollständig untersucht habe, kann ich auf eine Kritik der betreffenden Angaben nicht näher eingehen. Jedenfalls verhalten sich aber beide Substanzen in einer ganzen Reihe von Punkten gleich und, soweit ich dies beobachtet habe, will ich es anführen. Es ist stets behauptet worden, dass das Keratohyalin sich sehr stark mit Hämatoxylin färben lasse, das Eleidin dagegen nicht oder nur einen schwachen Ton annehme. Ich habe diesen Versuch nachgeprüft und mich zu der Färbung des Hämalauns bedient, zunächst ohne mit Eosin oder mit einem anderen Farbstoff nachzufärben. Das Keratohyalin nimmt allerdings diese Farbe sehr stark an, aber auch das Eleidin färbt sich, wenn auch schwächer; kein Unterschied besteht dagegen bei Anwendung des Eisenhämatoxylin, wie ein Blick auf die diesbezüglichen Fig. 15 und 26 ohne weiteres zeigt. Auch bei der Anwendung der Kromayer'schen Methode färben sich beide Stoffe gleich. Färbt man mit Hämalaun und Pikrinsäure-Fuchsinmischung nach van Gieson (Fig. 28) so lange, bis das Strat. corn. intensiv gelb erscheint, so ist zunächst der Unterschied zwischen Strat. gran. und Hornschicht auffallend. Man kann jedoch erkennen, dass auch innerhalb des Strat. gran. die zwischen den Keratohyalinschollen gelegenen Stellen gelb gefärbt sind, ebenso die Intercellularbrücken und die Membran; der fibrilläre Zelltheil zeigt also eine grosse Affinität zur Pikrinsäure, das Keratohyalin zum Hämalaun; ist es zerflossen, so wird die Vorliebe für den letzteren Farbstoff eine geringere; damit

bekommt die Pikrinsäure das Uebergewicht und färbt nun auch das Eleidin. Dies geht daraus hervor, dass man bei zerfliessendem Zellinhalt noch Schollenreste sehen kann, die einen blauen Grundton haben, aber bereits gelb überfärbt erscheinen. Auf dieselbe Weise lassen sich noch andere färberische Unterschiede erklären, besonders auch die bei Anwendung des Eosins. Weitere Beweise für die nahe Beziehung beider Körper ist ihre Löslichkeit in der Zenker'schen Flüssigkeit und der Salzsäure, wie bereits oben angegeben wurde. Ranvier (49) ist es sogar gelungen, durch Behandlung von Hautstückchen mit Chlornatrium die Keratohyalin granula schon innerhalb des Strat. gran. zum Zerfliessen zu bringen. Das alles beweist doch, dass auch nach der chemischen Seite hin, der Unterschied beider Substanzen nur ein minimaler sein kann. Dass übrigens dieser auch dann bestehen kann, wenn ein Körper aus dem anderen hervorgeht, ist selbstverständlich. Als Momente, die eine Veränderung beider Substanzen hervorbringen können, verweise ich auf die geringere Concentration des Eleidins gegenüber der compacten Masse des Keratohyalins, die bes. bei der Affinität zu Farbstoffen eine Rolle spielen dürfte, dann aber auch auf den Umstand, dass der Uebergang in den flüssigen Aggregatzustand eine Mischung mit den übrigen Zellbestandtheilen bedingt, bes. mit dem Zellsaft und den Lösungsprodukten des Kerns, deren Einwirkung auf die chemische Zusammensetzung und Reaktion des Zellinhalts sich unserer Berechnung entzieht.

Das Eleidin geht, wie oben auseinandergesetzt, in den höheren Lagen wieder in einen festeren Körper über, den ich als *Pareleidin* bezeichnet habe. Diese Substanz ist es nun, die noch bestimmte Veränderungen einzugehen scheint, die wir wohl als das anatomische Substrat der von Unna (58) und Anderen beschriebenen färberischen Differenzen der verschiedenen Lagen der Hornschicht, besonders gegenüber der Osmiumsäure und dem Pikrokarmen, ansehen müssen, da die Verdauungsversuche lehren, dass die übrigen Zellbestandtheile, die Membran und das Maschenwerk, innerhalb der ganzen Hornschicht gleich gebaut sind und sich nicht verändern. Ich glaube, dass auch auf die Beschaffenheit des Pareleidins alle die Befunde zurückzuführen sind, welche auf die Anwesenheit von Fett oder ähnlichen Substanzen in der Haut deuten. Ohne mich auf diese

Frage hier näher einzulassen, möchte ich die Aufmerksamkeit nur auf einen Punkt richten, der mir für ihre Beurtheilung ausserordentlich wichtig scheint und auf den ich in der Literatur keinen Hinweis finden konnte. Das ist die Frage nach der Einwirkung des Schweisses auf die Hornzellen. Bekanntlich verhalten sich die Zelllagen der Hornschicht nicht nur von innen nach aussen färberisch verschieden, sondern, worauf Rabl (40, 42) aufmerksam gemacht hat, es bestehen auch Abweichungen zwischen dem suprapapillären und dem interpapillären Theil des Strat. corn., derart dass sich z. B. ersterer mit Pikrokarmine dunkelroth färbt, letzterer dagegen blassroth, bei Behandlung mit Hämatoxylin und Methyleosin, jener blau, dieser roth. Nun hat Rausch (49) gleichfalls, wie bereits erwähnt, die Hornzellen bei Behandlung mit polychromsaurem Methylenblau verschieden gefärbt gefunden und zwar blaue und rothe Zellen und zwischen ihnen alle Uebergänge. Er ist wie auch Rabl der Ansicht, dass diese Erscheinung auf den grösseren oder geringeren Fettgehalt zurückzuführen sei. Ich möchte dafür Pareleidin setzen, aber weniger die Menge dieser Substanz dafür verantwortlich machen, als vielmehr eine bestimmte Reaktion des Zellinhalts. Man kann sich nämlich leicht überzeugen, wenn man polychromsaurer Methylenblau im Reagensglas einmal mit Essigsäure, dann mit Kalilauge behandelt, dass im ersteren Falle eine deutliche Blaufärbung eintritt, im letzteren eine rothviolette, besonders auffallend nach Zusatz von etwas Alkohol. Der Versuch gelingt auch bei der Färbung von Zellen. Ich wählte zu diesem Zwecke Epithel der Mundhöhle; auf einen Theil desselben liess ich längere Zeit Essigsäure einwirken, auf einen andern ebensolange Kalilauge; die mit ersterer Flüssigkeit behandelten Zellen zeigten eine mehr bläuliche Färbung, die letzteren eine mehr röthliche. Man kann also sagen, Zellen mit saurer Reaktion neigen bei Behandlung mit polychromsaurem Methylenblau zu einer blauen Tingirung, mit alkalischer Reaktion zu einer rothen. Säuren und Alkalien vermögen aber nicht nur die Reaktion des Zellinhalts zu ändern, sondern auch diesen selbst zu lösen, wie für das Eleidin und Pareleidin bewiesen ist. Daneben hat aber noch Ranvier (47) in dem Chlornatrium ein Mittel gefunden, das besonders das Eleidin angreift, indem es in ihm Vacuolen bildet und Lösung verursacht. Eine solche Flüssig-

keit, die theils durch ihren Salzgehalt, theils durch die in ihr enthaltenen Säuren oder Alkalien zersetzend auf den Inhalt der Hornzellen einwirken kann, ist der Schweiss, der bald sauer, bald besonders bei längerem Stehen alkalisch reagirt. Der Bau der Ausführungsgänge der Schweissdrüsen begünstigt eine unmittelbare Umspülung der Hornzellen mit diesem Excret auf doppeltem Wege. Einmal besitzen diese Gänge, sobald sie in das Strat. corn. eintreten, nach den Untersuchungen von Koelliker (26) keine eigene Wand; ein Weg wird nur durch Auseinanderweichen der Zellen gebildet. Durch die Intercellularräume, die wie Kapillaren wirken, kann von diesen Gängen aus der Schweiss aufgesogen werden und die Zellen umspülen. Dann aber liegt die Ausmündungsstelle auf der Oberfläche in einer trichterförmigen Einsenkung; hier könnte also der Schweiss stagniren und von hier aus in die tieferen Schichten eindringen. Da nun die Ausführungsgänge stets im intrapapillären Theil der Epidermis gelegen sind, so würde dieser Theil mehr mit der Flüssigkeit imprägnirt sein als der entferntere suprapapilläre und darin könnte die Ursache für die verschiedene Färbbarkeit dieser Partien liegen. Das alles sind Erwägungen, die noch eingehender Untersuchung bedürfen. Jedenfalls möchte ich neben der austrocknenden Wirkung der Luft dem Schweiss den Hauptantheil an den Veränderungen zusprechen, denen der Inhalt der Hornzelle unterliegt.

Hinsichtlich des Baues der Hornschicht und ihrer Zellen lassen sich also folgende Sätze aufstellen:

1. Die Zellen der Hornschicht sind mehr oder weniger stark abgeplattete, kernlose Gebilde, an denen sich eine Membran, ein Netzwerk von feinen Fasern und eine dieses erfüllende homogene Substanz neben einer leeren Kernhöhle nachweisen lässt.

2. Die Verhornung hat ihren ausschliesslichen Sitz in der Membran; das Fasernetz besteht aus verändertem Protoplasma, ist jedoch verdaulich.

3. Die das Maschenwerk erfüllende Substanz erleidet auf dem Wege bis zur Peripherie gewisse Umwandlungen; sie bildet im basalen Theil das Eleidin, in den darüber gelegenen Lagen das Pareleidin.

4. Der Zusammenhang der Zellen wird durch eigen-

thümliche, gabelige Fortsätze der Zellen bedingt, in welche die Nachbarzellen eingreifen; es bestehen deutliche Inter-cellularräume, eine Kittsubstanz fehlt. Die ganze Oberfläche der Zelle ist mit kleinen Zähnen bedeckt; Verbindungsfäden zwischen zwei Zellen sind nicht mehr vorhanden. Die Abschilferung geschieht, durch Lockerung der Verteilung, woran der Schweiss in hervorragender Weise theiligt erscheint.

5. Alle Hornzellen zeigen vom Strat. gran. bis zur Oberfläche in Bezug auf Membran, Faserwerk, Inter-cellularstruktur und Verhornungsgrad den gleichen Bau. Umwandlungen betreffen nur das Eleidin, bz. das Pareleidin; dadurch wird wohl die verschiedene färberische Reaktion der einzelnen Lagen der Hornschicht bedingt.

6. Die Veränderung der beiden Körper wird anscheinend vor allem durch eine Imprägnation der Zellen mit dem Schweiss veranlasst.

7. Die Hornmembran entsteht durch Umwandlung des fibrillären Exoplasmas der Zellen des Strat. Malp. Das Fibrillennetz im Zellinnern wird durch die persistirenden Protoplasmafasern, die Fibrillarmasse, gebildet.

8. Das Eleidin entsteht durch Verflüssigung des Keratohyalins, der zerfallenen Interfibrillar-substanz; Ursache dafür sind vielleicht in's Zellprotoplasma tretende, aufgelöste Produkte des Kernzerfalls.

9. Die Oberflächenzähne sind die veränderten Ranvier'schen Knötchen der Inter-cellularbrücken, die wahrscheinlich dabei einer Theilung in zwei Hälften unterliegen.

10. Von der in dieser Weise gebauten Hornschicht der *Vola manus* und *Planta pedis* unterscheidet sich diejenige der übrigen Hautstellen. Deren Elemente sind kernlos, jedoch mit deutlichen Kernhöhlen versehen, völlig abgeplattet und zu Lamellen aneinandergeschlossen ohne Inter-cellularräume und Zähne. Die Verhornung beschränkt sich jedoch auch hier nur auf die Membran; ein Netzwerk im Innern fehlt; ebenso das Eleidin, das an einzelnen Stellen jedoch sich in Spuren findet.

11. Die Hornzelle entsteht auch hier durch Umwandlung aus den Zellen der tieferen Epidermislagen in derselben Weise wie an *Vola manus* und *Planta pedis*. Der Unterschied im Bau ist kein principieller, sondern nur auf die Druck- und Zugwirkung zurückzuführen, der die einzelnen Zellen wegen ihrer bedeutend geringeren Anzahl hier in stärkerem Maasse unterliegen.

28. Januar 1900.

### Literatur-Verzeichniss.

1. Aufhammer, Kritisirende Bemerkungen zu Schrön's Satz: *Lo strato corneo trae la sua origine dalle ghiandole sudorifere*. Verhandlungen der physik.-mediz. Gesellsch. zu Würzburg. 1869. I.
2. Behn, Studien über die Verhornung der menschlichen Oberhaut. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 39. 1892.
3. Beneke, Epithelfaserung der menschlichen Oberhaut. *Verhandl. der Gesellsch. deutscher Naturf. und Aerzte zu Wien.* 1894.
4. Biesiadecki, Haut, Haare und Nägel. *Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben.* 1871.
5. Bizzozero, Sulla struttura degli epiteli pavimentosi stratificati. *Rendiconti del R. Istituto Lombardo.* Vol. II. 1871. Ref. in *Centralbl. f. med. Wissensch.* 1871.
6. Böhm und Davidoff, Lehrbuch der Histologie des Menschen. 2. Aufl. 1898.
7. v. Brunn, Haut (*Integumentum commune*). *Bardleben's Handbuch der Anatomie des Menschen.* 1897.
8. Buzzi, Keratohyalin und Eleidin. *Monatshefte f. prakt. Dermat.* 8. Bd. 1889.
9. Derselbe, Ueber Eleidin. *Ebenda* Bd. 23. 1896.
10. Dreyse und Oppler, Beiträge zur Kenntniss des Eleidins in normaler und pathologisch veränderter Haut. *Arch. f. Dermat. und Syphil.* Bd. 30. 1895.
11. Eddowes, Ueber die Natur der Herxheimer'schen Spiralen der Oberhaut. *Monatsschrift f. prakt. Dermat.* Bd. 11. 1890.
12. Ehrmann, Ueber die Herxheimer'schen Fasern in der Epidermis. *Arch. f. Dermat. und Syphil.* Bd. 24. 1892.
13. Ernst, Ueber die Beziehung des Keratohyalins zum Hyalin. *Virchow's Archiv* Bd. 130. 1892.
14. Derselbe, Studien über normale Verhornung mit Hilfe der Gram'schen Methode. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 47. 1896.
15. Flemming, Neue Beiträge zur Kenntniss der Zelle. II. Theil. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 37. 1891.
16. Derselbe, Morphologie der Zelle und ihre Theilungserscheinungen. *Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgesch.* Bd. 3. 1893.  
*Archiv f. mikrosk. Anat.* Bd. 56

17. Derselbe, Ueber Intercellularlücken des Epithels und ihren Inhalt. Anat. Hefte Bd. 6. 1896.
18. Garten, Die Intercellularbrücken der Epithelien und ihre Function. Arch. f. Anat. und Physiol. Phys. Abtheil. 1895.
19. Gegenbaur, Lehrbuch d. Anatomie d. Menschen. 7. Aufl. 1899.
20. Grosse, Ueber Keratohyalin und Eleidin und ihre Beziehung zum Verhornungsprozesse. Inaug.-Diss. Königsberg 1892.
21. Herxheimer, Ueber eigenthümliche Fasern in der Epidermis und im Epithel gewisser Schleimhäute des Menschen. Archiv f. Dermat. und Syphil. Bd. 21. 1889.
22. Derselbe, Ueber die Structur des Protoplasmas der menschlichen Epidermiszelle. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 53. 1899.
23. Derselbe, Nachtrag und Berichtigung zu meiner Arbeit: Ueber die Structur des Protoplasmas der menschlichen Epidermiszelle. Ebenda Bd. 54. 1899.
24. Herxheimer und Müller, Ueber die Deutung der sog. Epidermisspiralen. Arch. f. Dermat. und Syphil. Bd. 36. 1896.
25. Manille Ide, La membrane des cellules du corps muqueux de Malpighi. La Cellule. T. 4. 1888.
26. Koelliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. 1889.
27. Kolossow, Eine Untersuchungsmethode des Epithelgewebes, bes. der Drüsenepithelien und die erhaltenen Resultate. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 52. 1898.
28. Kromayer, Ueber die Bedeutung der von Herxheimer im Epithel beschriebenen Fasern. Arch. f. Dermat. und Syphil. Bd. 22. 1890.
29. Derselbe, Zur pathologischen Anatomie der Psoriasis nebst einigen Bemerkungen über den normalen Verhornungsprozess und die Structur der Stachelzelle. Ebenda.
30. Derselbe, Die Protoplasmafaserung der Epithelzelle. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 39. 1892.
31. Derselbe, Zur Epithelfaserfrage. Monatshefte f. prakt. Dermat. Bd. 24. 1897.
32. Langerhans, Ueber Tastkörperchen und Rete Malpighi. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 9. 1873.
33. Loeb, Ueber Regeneration des Epithels. Arch. f. Entwicklungsmechanik Bd. 6. 1898.
34. Loewy, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Oberhaut. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 37. 1891.
35. Merk, Experimentelles zur Biologie der Haut. 1. Mittheil. Die Beziehungen der Hornschicht zum Gewebsafte. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien. 1899.
36. Mertsching, Histologische Studien über Keratohyalin u. Pigment. Vjirchow's Archiv Bd. 116. 1889.
37. Oehl, Indagini di anatomia microscopica per servire allo studio dell' epidermide e della cute palmare della mano. Annali universali di medicina. 1857.

38. Philippson, Ueber Herstellung von Flächenbildern der Oberhaut und der Lederhaut. Monatsh. f. prakt. Dermat. Bd. 8. 1889.
39. Posner, Untersuchungen über Schleimhautverhornung (*Pachydermia mucosae*). Virchow's Arch. Bd. 118. 1889.
40. Rabl, Untersuchungen über die menschliche Oberhaut und ihre Anhangsgebilde mit bes. Rücksicht auf die Verhornung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 48. 1897.
41. Derselbe, Bleiben die Protoplasmafasern in der Körnerschicht der Oberhaut erhalten? Arch. f. Dermat. u. Syphil. Bd. 41. 1897.
42. Derselbe, Haut. Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgesch. Bd. 7. 1897.
43. Ramon y Cajal, Contribution à l'étude des cellules anastomosées des épithéliums pavimenteux stratifiés. Internat. Monatschr. für Anat. und Histol. Bd. 3. 1886.
44. Ranvier, Sur une substance nouvelle de l'épiderme et sur le processus de kératisation du revêtement épidermique. Comptes rendus de l'Academ. des sciences. T. 88. 1879.
45. Derselbe, Nouvelles recherches sur le mode d'union des cellules du corps muqueux de Malpighi. Ebenda T. 89. 1879.
46. Derselbe, Sur la structure des cellules des corps muqueux de Malpighi. Ebenda. T. 95. 1882.
47. Derselbe, Histologie de la peau. Arch. d'anatomie microscopique. T. 3. 1899.
48. Rauber, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 5. Aufl. 1898.
49. Rausch, Tinctorielle Verschiedenheit und Relief der Hornzellen. Monatsh. f. prakt. Dermat. Bd. 24. 1897.
50. Reinke, Zellstudien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 43. 1894.
51. Renaut, Sur les fibres unitives des cellules du corps muqueux de Malpighi. Associat. franç. pour l'avancement des sciences. 14<sup>e</sup> Session. 1885.
52. Retzius und Key, Zur Kenntniss der Saftbahnen in der Haut des Menschen. Biologische Untersuchungen. 1881.
53. Rosenstadt, Ueber das Epitrichium des Hühnchens. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 49. 1897.
54. Schütz, Ueber den Nachweis des Zusammenhangs der Epithelien mit dem darunter liegenden Bindegewebe in der Haut des Menschen. Arch. f. Dermat. und Syphil. Bd. 36. 1896.
55. Selhorst, Ueber das Keratohyalin und den Fettgehalt der Haut. Inaug.-Dissert. Berlin 1890.
56. Stöhr, Lehrbuch der Histologie. 8. Aufl. 1898.
57. Studnička, Ueber die intercellularen Verbindungen, den sog. Kuticularsaum und den Flimmerbesatz der Zellen. Sitzungsber. d. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. 1898.
58. Tettenhammer, Ueber die Entstehung der acidophilen Leukocytengranula aus degenerirender Kernsubstanz. Anat. Anzeiger Bd. 8. 1893.

59. Unna, Entwicklungsgeschichte und Anat. der Haut. Ziemssen's Handbuch der Hautkrankheiten. 1882.
60. Derselbe, Die Färbung der Epithelfasern. Monatsh. für prakt. Dermat. Bd. 19. 1894.
61. Derselbe, Ueber Protoplasmafärbung nebst Bemerkungen über die Bindegewebszelle der Kutis. Ebenda.
62. Derselbe, Die spezifische Färbung d. Epithelprotoplasmas. Ebenda.
63. Derselbe, Ueber das Wesen der normalen und pathologischen Verhornung. Ebenda Bd. 24. 1897.
64. d'Urso, Giorn. nat. Nap. I. 1 u. 2 (citirt nach Ernst 13).
65. Waldeyer, Untersuchungen über die Histogenese der Horngebilde, im bes. der Haare u. Federn. Beiträge zur Anat. u. Embryologie. Henle'sche Festgabe 1882.
66. Zander, Untersuchungen über den Verhornungsprozess. II. Mitthlg. Der Bau der menschlichen Epidermis. Arch. f. Anat. und Physiol. Anatom. Abtheilg. 1888.

---

### Erklärung der Abbildungen auf Tafel VII u. VIII.

(Wo nicht anders bemerkt, entstammen die Präparate der *Vola manus* des erwachsenen Menschen.)

- Fig. 1. Basaltheil des Strat. Malp. mit angrenzender Kutis. Alkoholfixation. Färbung mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain. Nachfärbung mit Rubin S. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 6.
- Fig. 2. Zelle des Strat. Malp. Härtung und Färbung wie Fig. 1. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 12.
- Fig. 3. Parthie aus dem Strat. Malp. Alkoholfixation. Färbung nach Kromayer. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 6.
- Fig. 4. Parthie aus dem Strat. Malp. Formolfixation. Färbung mit Eisenhämatoxylin. Nachfärbung mit Rubin S. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 8.
- Fig. 5. Zellen des Strat. Malp. von der Plantarhaut der Katzenpfote. Fixation in Zenker'scher Flüssigkeit. Färbung wie Fig. 4. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 6.
- Fig. 6. Zellen aus dem basalsten Theil des Strat. granulos. Fixirung und Färbung wie Fig. 4. Vorfärbung mit Bordeaux. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 6.
- Fig. 7. Parthie aus dem Strat. gran. der Plantarhaut der Katzenpfote (aus demselben Schnitt wie Fig. 5). Fixation wie Fig. 5, Färbung wie Fig. 4. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 6.
- Fig. 8. Zellen aus dem Strat. gran. Fixation in Zenker'scher Flüssigkeit. Färbung nach Kromayer. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 4.
- Fig. 9. Zellen aus dem Strat. gran. Fixirung und Färbung wie Fig. 1. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 12.
- Fig. 10. Durch Maceration isolirte Zellen der Sohlenhaut. Färbung mit Methylviolett. Zeiss, Ap. 2 mm, Oc. 4.

- Fig. 11. Durch Verdauungsflüssigkeit isolirte Zellen der Sohlenhaut. Ungefärbt. Leitz. Obj. 5, Oc. 4.
- Fig. 12. Durch Verdauungsflüssigkeit isolirte Zellen der Hüftenhaut. Ungefärbt. Leitz. Obj. 5, Oc. 4.
- Fig. 13. Durch Verdauungsflüssigkeit isolirte Zellen aus der Hüftenhaut. Färbung mit Methylviolett. Leitz. Obj. 5, Oc. 4.
- Fig. 14. Durch Maceration isolirte Zellen der Sohlenhaut. Färbung mit polychroms. Methylenblau nach Rausch. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 4.
- Fig. 15. Schnitt durch das Strat. corneum. Alkoholfixation. Eisenhämatoxylinfärbung. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 8.
- Fig. 16. Hornzelle des Strat. disjunctum. Aus demselben Schnitt wie Fig. 15. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 12.
- Fig. 17. Intercellularstructur der Hornzellen. Aus demselben Schnitt wie Fig. 15. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 12.
- Fig. 18. Schnitt durch in toto verdaute Epidermis von der Hüfte. Alkoholfixation. Hämalanfärbung. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 2.
- Fig. 19. Aneinanderstossende Hornzellen einer seitlich umgeklappten Lamelle der vorhergehenden Figur. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 4.
- Fig. 20. Zelle aus dem Strat. corneum. Alkoholfixation. Eisenhämatoxylinfärbung. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 6.
- Fig. 21. Zellen aus einem Schnitt durch das Strat. corn. Fixation in Zenker'scher Flüssigkeit. Färbung nach Kromayer. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 4.
- Fig. 22. Zellen aus dem mittl. Theil der Hornschicht eines in toto verdauten Stückes Sohlenhaut. Fixation und Färbung wie Fig. 20. Leitz. Obj. 7, Oc. 4.
- Fig. 23. Zellen von der äussersten Peripherie eines in toto verdauten Stückes Sohlenhaut. Fixation, Färbung, Vergrößerung wie Fig. 22.
- Fig. 24. Hornschicht der Sohlenhaut nach Schnittverdauung. Hämalanfärbung. Leitz. Obj. 7, Oc. 4.
- Fig. 25. Hornschicht der Hüftenhaut nach Schnittverdauung. Hämalanfärbung. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 4.
- Fig. 26. Parthie aus der Grenzschicht zw. Strat. gran. und lucid. (Strat. intermed. Ranvier's). Aus demselben Schnitt wie Fig. 15. Eisenhämatoxylinfärbung. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 6.
- Fig. 27. Zelle aus derselben Zone. Alkoholfixation. Färbung nach Kromayer. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 8.
- Fig. 28. Parthie aus derselben Zone. Formolfixation. Färbung mit Hämalan und Pikrinsäure-Fuchsin nach van Gieson. Zeiss. Ap. 2 mm, Oc. 6.

Anmerk. Die Fig. 4, 10 und 13 entsprechen im Farbenton nicht genau den Präparaten; auch ist in Fig. 13 die Oberflächengranulirung zu stark ausgeprägt wiedergegeben.