

Ueber Veränderungen der Membranen der Epidermiszellen und der Haare von *Pelargonium zonale*.

Von

Prof. Dr. C. Frommann.

Hierzu Tafel XIX und XX.

Bei Verfolgung der Vorgänge, welche sich an dem geformten Inhalt der Köpfchen der Haare von *Pelargonium z.* wahrnehmen lassen, war ich auf Veränderungen der Membranen der Haare und der Epidermiszellen aufmerksam geworden, die eine Bestätigung meiner früheren Befunde bezüglich des Gehalts der Membranen an geformtem Protoplasma enthielten und mich desshalb zu ihrer genaueren Untersuchung veranlassten.

An den Epidermiszellen tritt am Querschnitt die Cuticula als ein heller, glänzender, feiner oder derberer, hie und da körniger oder mit kleinen Knötchen besetzter Saum der Aussenwand hervor. Die letztere ist in ihrer grössten Ausdehnung homogen oder zeigt eine dem Kontour des Querschnitts parallele, streifige Zeichnung. Hie und da enthält sie dagegen distinkte, sehr feine, theils ebenfalls dem Kontour parallele, theils quer und schräg zu demselben gerichtete Fäden oder fein und dicht granulirte, einzelne derbere Körnchen und Knötchen einschliessende Abschnitte, deren Körnchen hie und da nur die Knotenpunkte von sehr feinfädigen und engmaschigen Netzen bilden. Auch die Seiten- und Innenwand bieten stellenweise eine gleiche, von mir in ganz ähnlicher Weise an den Membranen der Epidermiszellen von *Draacaena*, *Aloe* und *Rhododendron* wahrgenommene Beschaffenheit dar. Die meist sehr schmalen, nur in Form eines fasrigen Saums vortretenden Speciallamellen sind ebenfalls häufig körnig oder mit

kleinen knotigen Prominenzen entlang ihres freien Randes besetzt. Entlang der Innenwand und der Seitenwände, seltener entlang der Aussenwand fehlt mitunter streckenweise eine Speciallamelle ganz. Die Fäden wandständiger Plasmaschichten setzen sich zum Theil unmittelbar in die Körnchen und Knötchen angrenzender körnig-fädiger Membranabschnitte fort. An Längsdurchschnitten tritt hie und da ebenfalls ein netzförmiges Gefüge hervor, häufiger aber nur eine sehr feine, dem Schmittrande parallele Streifung.

Sehr vereinzelt fanden sich schmale, helle, die Seiten- oder Innenwand durchsetzende Spalten.

Das geformte Plasma füllt die Epidermis- und die hypodermalen Zellen meist nur unvollständig aus, bildet mehr oder minder mächtige wandständige Schichten. Es enthält bald nur feine Körnchen wie feine und sehr kurze, mit den letzteren mehr oder weniger zahlreiche Verbindungen eingehende Fäden, bald ist das Gefüge ein ausgesprochen netzförmiges ¹⁾. Vereinzelt finden sich längere feine oder derbere Fäden. Streckenweise enthalten die Zellen in ziemlicher Häufigkeit derbe, glänzende Körnchen und kleine Körner, welche die Grösse eines Kernkörperchens erreichen oder noch übertreffen, theils blass, theils ebenfalls glänzend und der Zellwand angelagert sind. Vereinzelt Zellen enthalten bräunliche, rundliche, etwas glänzende Massen, die innerhalb einer sehr feinen

¹⁾ Bei Besprechung der geschichtlichen Daten über die Lehre von der Struktur der Zellen sagt CARNOY in der kürzlich veröffentlichten *Biologie cellulaire*, Heft 1, S. 183, „Ce fut Frommann, qui attira spécialement l'attention sur cette structure fibrillaire et qui la considéra, des 1865 et 1867, comme une propriété générale de la matière vivante. HEITZMANN, de son côté, arrive bientôt (1873) aux mêmes conclusions. Les vues de ces deux savants furent d'abord regardées comme extravagantes. Certaines de leurs assertions étaient en effet de nature à jeter le discrédit sur leurs travaux et, en tout cas, leurs observations étaient tout à fait insuffisantes pour justifier leurs généralisations“.

Wenn CARNOY sagt, dass gewisse Behauptungen von mir geeignet gewesen wären, meine Arbeiten zu diskreditiren und dass meine Beobachtungen nicht genügt hätten, um die aus denselben abgeleiteten Generalisationen zu rechtfertigen, so muss ich ihn bitten, dass er mir diese Behauptungen citirt und nachweist, welche Generalisationen ungerechtfertigt gewesen sind. Ich habe, wie ich wiederholt schon hervorgehoben, aus den damals gemachten Beobachtungen nur die Vermuthung abgeleitet, dass den thierischen Zellen in weiterer Verbreitung eine fädige resp. Netzstruktur zukomme, aber nicht behauptet, dass dies thatsächlich der Fall sei.

Granulirung nur einzelne etwas derbere Körnchen und Fäden vortreten lassen. Der grössere oder grösste Theil des Zellinhalts wird dagegen eingenommen von homogenem Plasma, das sich von der Wandung nicht deutlich abgrenzen lässt oder von derselben durch einen feinen Spaltraum getrennt wird. Ebenso sind wandständige Schichten geformten Plasmas der Wand bald unmittelbar angelagert, bald von derselben durch einen schmalen Spaltraum getrennt, der leer ist oder einzelne Körnchen oder eine Reihe sehr kurzer feiner, ihn durchquerender Fäden enthält. Ziemlich häufig wird ferner streckenweise homogenes Plasma durch einen fädigen oder körnigen, hie und da Lücken aufweisenden Kontour begrenzt; es handelt sich dann, wie sich beim Wechsel der Einstellung ergibt, um eine sehr dünne, schleierartig das homogene Plasma überziehende Schicht, die bald nur aus feinen, dicht gestellten Körnchen, bald aus einem feinen Fadenwerk besteht und in beiden Fällen einzelne derbere Körnchen, derbere und längere Fäden und mitunter auch Stärkekörner einschliesst.

Die Innenwandungen der Epidermiszellen und die Wandungen der hypodermalen Zellen sind beträchtlich verdickt in Folge der Solidifikation der Interzellularräume. Die solid gewordenen Interzellularräume treten als umschriebene Verdickungen der Wandungen auf und besitzen entweder ein überall gleiches und von dem der nicht verdickten Membranabschnitte nicht wesentlich verschiedenes Brechungsvermögen, oder sie sind zwar ganz solid geworden, aber noch schwach brechend und lassen innerhalb ihrer Substanz feinere und derbere Körnchen und Fäden unterscheiden, welche in die blasse, die Lichtung ausfüllende Substanz eingebettet sind. Neben solid gewordenen finden sich aber auch Interzellularräume, deren Lichtung noch ganz oder zum grössten Theil nur von geformten Plasma eingenommen wird, von Körnchen, Fäden, kleinen zackigen Knoten und Strängen wie von kleinen Körnern. Ueberall wo die kleinen Körner sich innerhalb der Zellen und innerhalb der noch nicht solid gewordenen Interzellularräume finden, sind sie auch in den Membranen und in den solid gewordenen Interzellularräumen, als Einschlüsse derselben, zu unterscheiden, die bei ihrem stärkeren Glanz auch dann noch deutlich wahrgenommen werden können, wenn von feinen und blassen Körnchen innerhalb der Membransubstanz nichts zu sehen ist. Mit Aenderung der Einstellung wechselt auch die Zahl und Vertheilung der in der Membran und in den solidificirten Interzellularräumen eingeschlossenen Körner.

Die Cuticula der einfachen Haare erscheint als ein äusserst

zarter, häufig nur streckenweise zu unterscheidender Saum, der auch an sonst ganz unveränderten Haaren häufig mit kleinen knötchenförmigen Verdickungen besetzt ist. Die homogene Membran ist nur in dem Bereiche des peripheren Drittheils oder Viertheils des Haars nicht geschichtet; von da nach abwärts erfährt die Membran eine Dickenzunahme durch das Auftreten von 2 sich ihr nach Innen anlagernden Lamellen, einer stark glänzenden und einer blassen, welche nach abwärts an Mächtigkeit zunimmt und die in den basalen Haarabschnitten vorhandenen 1-2 Querwände bildet. Mitunter ist die innerste, die Haarlichtung unmittelbar begrenzende Schicht der letzteren Lamelle verdichtet und tritt in Form einer glänzenden Faser vor.

Eine etwas abweichende Beschaffenheit zeigt die Wandung der 3-5gliedrigen Drüsenhaare. Eine Cuticula findet sich am ersten oder an diesem und dem zweiten, mitunter auch am 3. Glied, ist aber an den Endgliedern mit unveränderten Membranen überhaupt nicht, und bei ihrer grossen Zartheit auch am 2. und 3. Glied nur mit Mühe und nicht immer zu unterscheiden. Alle Haarglieder besitzen eine gemeinschaftliche, stark brechende Lamelle, die ich kurz als Generallamelle bezeichnen will; dieselbe bildet in dem letzten Glied oder in den letzten 2 Gliedern ausschliesslich die Zellwand, nimmt in den basalen Gliedern an Mächtigkeit zu und wird von neu auftretenden Lamellen, den Speciallamellen, nach Aussen und Innen umschlossen, wie sich schon an unveränderten Haaren, deutlicher nach Quellung der Membranen in Chlorzinkjodlösung zeigt.

Zwischen der Generallamelle und der Cuticula tritt schon am dritten Glied oder erst am zweiten eine anfangs schmale, sich entlang des zweiten und ersten Gliedes verbreiternde blasse Aussenlamelle auf. Der Innenfläche der Generallamelle liegt dagegen im dritten, zweiten und ersten, im zweiten und ersten oder nur im ersten Glied eine sehr blasse Innenlamelle an, die nach abwärts an Mächtigkeit zunimmt und deren innerste Schicht mitunter verdichtet ist und in Form eines glänzenden faserartigen Saumes vortritt. Soweit eine Innenlamelle in den inneren Haargliedern vorhanden ist, betheilt sie sich an Bildung der queren Scheidewände, zu deren Bildung ausserdem feine blattartige Fortsätze von der Generallamelle abtreten, oder die Innenlamelle bildet ausschliesslich die Scheidewand zwischen dem ersten und zweiten oder auch die zwischen dem zweiten und dritten Glied. — Das Köpfchen lässt nur eine dünne Membran ohne Cuticula erkennen.

Nach Behandlung mit jodkaliumhaltiger, wässriger Jodlösung wie mit Chlorzinkjodlösung nehmen die Membranen der Haare, der Epidermis- und der hypodermalen Zellen eine mehr oder weniger gesättigte gelbe oder gelbbraune Färbung an. Nur hier und da waren die Membranen der Epidermis- und der hypodermalen Zellen und die der basalen Glieder der Drüsenhaare violett gefärbt.

In der Hansteinschen alkoholischen Anilinlösung färben sich die Membranen und die Kerne mehr oder weniger lebhaft violett und dunkler als das geformte Zellplasma, während in einer alkoholischen Lösung von Methylgrün die Membranen der Haare und der Epidermiszellen eine schwächere Färbung als der geformte Zellinhalt angenommen hatten.

Nach Goldbehandlung hatten sich nur die Membranen der basalen Glieder von einzelnen Drüsenhaaren violett gefärbt. Die von frischen Blättern abgezogenen Epidermisstreifen waren $\frac{1}{2}$ —2 Minuten in eine Lösung von Goldchlorid (1 : 1000) eingetaucht, in destillirtem Wasser abgespült und behufs der Reduktion in PRITCHARD'sche Flüssigkeit (1 Theil Amylalkohol, 1 Theil Ameisensäure und 100 Theile Wasser) eingelegt worden.

Strukturveränderungen der Membranen der Haare und der Epidermiszellen.

Die Strukturveränderungen der Membranen der Haare und der Epidermiszellen gehen in der Regel von der Cuticula aus und wo eine solche nicht vorhanden oder nicht nachweisbar ist, von der äussersten Membranschicht. Nur sehr dünne Membranen, wie die der Köpfchen und der Endglieder der Haare, sind häufig von Anfang an in ihrer ganzen Dicke verändert. Die Cuticula zeigt körnige und knotige Verdickungen, faserige Auswachsungen, oder ist in grösserer oder geringerer Ausdehnung erweicht und geschwellt, mit oder ohne nachträgliche Differenzirung geformter Theile aus der homogenen erweichten Substanz. Sehr häufig bleiben die Veränderungen auf die Cuticula beschränkt, andere Male erfahren auch die unterliegenden Membranlamellen eine Schwellung und fädige Differenzirung, seltener tritt eine solche ein ohne gleichzeitige oder vorausgegangene Betheiligung der Cuticula.

An Flächenansichten wie an Durchschnitten bieten die Membranen ein sehr wechselndes Aussehen dar nach der Beschaffenheit, der Verbreitung und dem Grade der Entwicklung, welchen die eingetretenen Strukturveränderungen erfahren haben.

I. Veränderungen der Cuticula.

1) Umschriebene körnige und knotige Verdickungen und faserige Auswachsungen der Cuticula oder der äussersten Membranschicht.

An Flächenansichten finden sich in grosser Häufigkeit vereinzelt oder in Gruppen mehr oder weniger dicht zusammenliegende kleinere und grössere runde, ovale oder unregelmässig gestaltete, mit kürzeren und längeren zackigen Fortsätzen versehene und durch dieselben häufig anastomosirende Körner, die einen wechselnd starken Glanz besitzen. Die grösseren runden oder ovalen Körner sind nicht selten vakuolisirt oder haben eine grüne Färbung angenommen.

Zwischen den Körnern finden sich bald nur spärlich eingestreut, bald in grösserer Menge glänzende, ungefärbte oder grüne Körnchen und häufig bilden auch solche allein kleinere und grössere Gruppen und Haufen, die dann mitunter eine im Durchschnitt kranzförmige Einfassung durch Körner erhalten. Neben den Gruppen und Zügen von Körnern und Körnchen zeigt hie und da die Membranoberfläche (an Epidermiszellen) ein quergestreiftes Aussehen; es treten homogene oder sehr fein und dicht granulirte, blasse, nicht scharf kontourirte faserige oder bandartige Bildungen hervor, die in wechselnd dichter Stellung ziemlich parallel, quer oder schräg über die Zellen hinweglaufen und zwischen denen, wie zwischen den Körnchengruppen die Membranoberfläche mitunter wie fein und dicht bestäubt aussieht. Andere Male ist die letztere besprenkelt von sehr blassen, zum Theil verästelten, knotigen, faserigen und strangförmigen Gebilden, zwischen denen Körner und Körnchen bald eingestreut sind, bald nicht oder sie besitzt ein sehr dicht-, fein- und kurzfädiges Gefüge, mit oder ohne Vorwiegen einer bestimmten Richtung der Fäden. Vereinzelt und sowohl innerhalb unveränderter Membranabschnitte als innerhalb der Gruppen und Züge von Körnern und Körnchen, trifft man ferner homogene, rundliche, ovale oder unregelmässig geformte, zum Theil mit kürzeren oder längeren Fortsätzen versehene, blasse oder mattglänzende, mitunter braun oder grün gefärbte, platten- oder schollenförmige Bildungen, welche meist den Durchmesser eines Chlorophyllkorns oder Kerns besitzen. Wiederholt wurden ausserdem innerhalb veränderter Abschnitte der Cuticula von Epidermiszellen Gebilde wahrgenommen, die nach Form, Grösse und

Struktur völlig Kernen gleichen, einen fädigen, meist unvollständig geschlossenen, durch kleine oder auch grössere Lücken unterbrochenen Kontour und ein dicht körnig-kurzfädiges Innere mit 1—2 Kernkörperchen besassen; andere ähnliche Körper machten dagegen nicht den Eindruck von Kernen, weil ihnen entweder eine besondere Hülle und deutliche Begrenzung fehlte, indem ihre Körnchen in der Peripherie allmählig weiter auseinander rückten, oder weil sie, beim Vorhandensein einer deutlichen Hülle doch eine für Kerne ungewöhnliche Form, zackige Kontouren und einzelne längere Fortsätze besassen. Unter den grünen Schollen der Cuticula finden sich auch nicht selten solche, die nach Form und Grösse wie nach der körnig-fädigen Beschaffenheit ihres Innern Chlorophyllkörpern gleichen.

Eine Anzahl der Bilder, welche die in der angegebenen Weise veränderten Wandungen bei Flächenansichten darbieten, ist in Fig. 9 (am linken Rande), Fig. 18 *a*, Fig. 29, Fig. 30 *a—d*, Fig. 31, 32 und 35 *a* wiedergegeben.

Entsprechend den Befunden von Flächenansichten bietet auch an Durchschnitten die Cuticula eine sehr wechselnde Beschaffenheit dar und erweist sich ausserdem in grosser Ausdehnung als mehr oder minder beträchtlich verdickt und mit Auswachsungen besetzt, die an Flächenansichten, so lange sie nicht umfangreicher sind und stärker prominiren, nicht von den in die Cuticula eingelagerten Körnern, Körnchen und Fäden unterschieden werden können.

Entsprechend dem Befund von Flächenansichten treten an Durchschnitten sehr häufig Körnchen, Knötchen und Körner als umschriebene kleine Verdickungen der Cuticula auf und daneben die Durchschnittsbilder der bei Flächenansichten schollenförmigen grösseren und stärker prominirenden Gebilde mit glatten oder unregelmässigen, eingekerbten, maulbeerförmigen oder lapfigen Kontouren (Fig. 12 *a* und *b*). Diese umschriebenen Verdickungen finden sich an der Cuticula sowohl an Abschnitten, wo sie im Uebrigen unverändert, als wo sie ziemlich gleichmässig, wenn auch nicht erheblich verdickt ist. Im letzteren Falle erscheint sie in Form einer kürzeren oder längeren, über mehrere Zellen sich erstreckenden, ungewöhnlich derben Faser, die bald stark glänzend, bald ganz blass ist und im letzteren Falle unter Zunahme ihres Glanzes und Abnahme ihres Durchmessers in die benachbarte, unveränderte Cuticula übergeht. Die verdickte und glänzende Cuticula hat sich mitunter nicht nur von der an-

grenzenden, nicht verdickten, abgelöst, wird von derselben durch eine kleine Lücke getrennt, sondern hat sich auch von der unterliegenden Membran etwas abgehoben, so dass zwischen beiden ein schmaler Spaltraum sichtbar wird.

Neben Stellen, wo die Cuticula nur gleichmässig verdickt ist, finden sich in der Regel auch solche, wo sie sich zu einzelnen Körnchen, Knötchen oder zu diesen und zumeist kurzen Fäden differenzirt hat. Die Cuticula als kontinuierliche, im Durchschnitt in Form einer Faser vortretende Lamelle ist dann häufig ganz geschwunden, an Stelle eines fasrigen Kontours treten in einfacher Reihe dicht gelagerte Körnchen und kurze, stäbchenförmige Faserstücke hervor, zu welchen sich die nicht erheblich verdickte Cuticula anscheinend vollständig gesondert hat, ohne dass zwischen den Körnchen und Faserstücken eine sie verkittende, schwächer brechende Substanz nachweisbar wäre; andere Male ist die Cuticula als kontinuierliche Lamelle zwar noch vorhanden, hat aber unter Zunahme ihrer Dicke ihr glänzendes Aussehen verloren, erscheint als schmales, blasses Band und ausserdem haben sich aus ihrer Substanz Körnchen und Fäden bald spärlich, bald in dichter Stellung, in einfacher oder mehrfacher Reihe differenzirt (Fig. 12). Körnchen wie Fäden sind meist sehr blass und fein, und nur wenn dieselben dichter gelagert sind, besitzen sie zum Theil eine grössere Dichtigkeit und stärkeren Glanz und sind dann auch mitunter braun oder grün gefärbt. Abschnitte körnig-fädig differenzirter Cuticula können sich bei wechselnder Dicke der letzteren über ganze Reihen von Zellen erstrecken und sind dann, wie die nur verdickte Cuticula, vor der unterliegenden Membran häufig durch schmale Spalten getrennt, andere Male finden sie sich nur in beschränkter Ausdehnung, namentlich häufig am Boden der an Querschnitten zwischen 2 benachbarten Zellen auftretenden Dellen.

Ziemlich häufig liegt der Membran eine an Dicke ihr nahe oder gleichkommende Schicht körnig-fädiger Substanz auf, in Betreff deren sich nicht immer mit Sicherheit entscheiden lässt, ob es sich um die geschwellte und dann körnig-fädig differenzirte Cuticula handelt, oder ob die in geringerem Grade verdickte Cuticula sich zunächst zu Körnchen und Fäden gesondert hat, die dann ausgewachsen sind. Das Statthaben von Auswachsungen lässt sich dann nicht wohl in Zweifel ziehen, wenn der äussere Kontour der körnig-fädigen Schicht mit einzelnen frei vorragenden Körnchen und Fäden besetzt ist, während das Vorhandensein einer zarten, fort-

laufenden, der blassen, geschwellten Cuticula angehörenden Kontourlinie (Fig. 12 *d*) darauf hinweist, dass die Körnchen und Fäden aus einer Sonderung der vorher gleichartigen, homogenen Cuticularsubstanz hervorgegangen sind. Im letzteren Falle lassen sich auch die zarten Kontouren der Cuticula bis zum Uebergang in die weniger verdickten, stärker brechenden und nicht körnig-fädigen benachbarten Abschnitte verfolgen.

Zweifelhaft bleibt dagegen die Entstehung der körnig-fädigen Cuticularschicht, wenn der äussere Kontour derselben durch eine gleichmässig fortlaufende Reihe von Körnchen und Fäden gebildet wird, so als wenn ein einzelner Faden zu denselben zerlegt worden wäre. Die Möglichkeit, dass aus nur wenig verdickter Cuticula differenzirte Körnchen und Fäden ausgewachsen sind und in der gerade eingestellten Durchschnittsebene zufällig eine regelmässig fortlaufende Begrenzung der ganzen Cuticularschicht bilden, lässt sich nicht in Abrede stellen, auf der anderen Seite kann es sich aber auch um eine von Anfang an beträchtlichere Schwellung der Cuticula handeln, aus deren Substanz sich in ihrer ganzen Dicke Knötchen und Fäden differenzirt haben, so dass eine periphere, von den letzteren freie, einen zarten Kontour bildende Zone gar nicht mehr vorhanden ist.

Mitunter sieht man an körnig-fädigen, bandartig die Membran überziehenden Auflagerungen, die auf den ersten Blick ganz aus Differenzirung der vorher geschwellten Cuticula hervorgegangen zu sein scheinen, dass an der Grenze der Auflagerung die Cuticula weder scharf abgesetzt aufhört noch unter allmählicher Dickenzunahme in die Auflagerung ausläuft, sondern unter derselben, der Membran dicht anliegend, noch eine Strecke weit oder im ganzen Bereiche der Auflagerung hinzieht. Es kann dann eine Ueberwachsung durch Fäden stattgefunden haben, die aus unmittelbar benachbarten Abschnitten vorgesprosst sind oder es ist zu Auswachsungen aus dem unter der körnig-fädigen Auflagerung befindlichen Abschnitt der Cuticula gekommen, die sich weiter entwickelt haben, ohne dass die letztere sich gleichzeitig zu einzelnen Knötchen und Fäden gesondert und damit ihren fortlaufenden faserartigen Kontour verloren hat. Andere Male scheint unter einer bandartigen, homogenen oder körnig-fädigen Schicht, in der ganzen Ausdehnung oder im grössten Theil derselben, eine fortlaufende, der Membran dicht anliegende Cuticula vorhanden zu sein, während die genauere Untersuchung ergibt, dass der fädige Kontour der Membran selbst angehört und sich jenseits der körnig-

fädigen Schicht unter die hier nicht oder nur in geringerem Grade veränderte Cuticula fortsetzt. Ein Paar Mal waren an Querschnitten in der äusseren Membranschicht unterhalb der Cuticula mehrere solche fadenartige, dem Kontour und untereinander parallele Linien dicht übereinander sichtbar. In ähnlicher Weise, aber weniger deutlich, treten dieselben schon an Durchschnitten unveränderter Membranen hie und da vor.

Wenn der Nachweis nicht zu führen ist, dass der fädige, unterhalb einer homogenen aufgelagerten Schicht befindliche Kontour der Membran selbst und nicht der Cuticula angehört, lässt sich natürlich die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass eine anfangs homogene Substanz aus der Cuticula abgesondert worden ist und sich nachträglich ganz oder zum Theil zu Körnchen und Fäden differenziert hat. So war in Fig. 12c die Cuticula überzogen von einer schmalen, sehr schwach braun gefärbten, in der Peripherie körnigen Schicht. Da es hier unentschieden bleiben musste, ob der faserige, die Membran nach aussen begrenzende Kontour der Cuticula angehörte oder der veränderten äussersten Membranschicht, so liess sich natürlich auch nicht bestimmen, ob die aufgelagerte Schicht der geschwellten Cuticula angehörte oder ein Absonderungsprodukt aus der unveränderten Cuticula darstellt.

Sehr häufig alterniren kleinere und grössere Membranabschnitte, innerhalb deren die Cuticula verdickt ist oder nach ihrer Schwellung sich körnig-fädig differenziert hat mit anderen, wo es zu einer Auswachsung kürzerer oder längerer Fadenreiser gekommen ist, die in der verdickten, seltener in der nicht verdickten Cuticula wurzeln. Es sind einzelne Fäden und Fasern, kleine Gruppen derselben oder es erscheint über ganzen Reihen von Zellen die Cuticula mit ihnen wie mit kleineren und grösseren körnigen oder knotigen Verdickungen besetzt (Fig. 19, 20, 24), die als ein gezählelter oder filziger Saum die Membran überziehen.

Von einzelnen der frei vorstehenden Fadenreiser sieht man kleine, kurze Aeste abtreten und mit Weitersprossen der zunächst ausgewachsenen Fäden kommt es zur Bildung von umschriebenen kleinen knotigen oder knospenförmigen Prominenzen (Fig. 1) oder von faserigen Schichten von wechselnder Dicke und Längenausdehnung, innerhalb deren feinere und derbere Fasern und Fäden unter Bildung mehr oder weniger derber Knotenpunkte wechselnd zahlreiche Verbindungen eingehen (Fig. 2, 21, 22, 23). Die äussere Fläche der ausgewachsenen Partien zeigt an Durchschnitten bald einen fortlaufenden faserigen, hie und da durch kleine Lücken,

durch einzelne Körnchen und frei endende Fäden unterbrochenen Kontour, bald ist ihre Begrenzung uneben und es ragen längs derselben überall einzelne, zum Theil verzweigte Fasern und Fäden frei und mehr oder weniger weit hervor (Fig. 2, 21, 23). Die verdickte Cuticula ist als faseriger Saum, in welchem die ausgewachsenen Fäden wurzeln, bald noch im ganzen Bereich der Auswachsungen deutlich zu unterscheiden wie in Fig. 2, bald nur in grösserer oder geringerer Ausdehnung und scheint da, wo ihre Continuität unterbrochen ist, sich zu Fäden und Körnchen differenzirt zu haben, die sich von denen der Auswachsungen nicht mehr sondern lassen wie in Fig. 21, 22 und in Fig. 23a am Boden der Delle zwischen den beiden Epidermiszellen. Wie die körnigen und knotigen Verdickungen der Cuticula, so sind auch häufig die fädigen Auswachsungen derselben, einzeln oder schichtweise grün gefärbt. Einzelne der ausgewachsenen Fasern erreichen eine beträchtliche Länge, überragen die übrigen sehr erheblich und ihr freies Ende trägt mitunter eine knotige Verdickung oder ein Körnchen einschliessendes, farbloses oder körniges Korn (Fig. 35b). Dass es sich dabei nicht etwa um zufällige Anlagerungen handelt, ergiebt sich auch daraus, dass diese Gebilde bei Druck auf das Deckgläschen nach beiden Seiten hin und her flottiren, ohne dass der faserige Stiel von seiner Insertionsstelle in die Cuticula sich entfernt.

Die bisher beschriebenen Veränderungen der Cuticula bestehen demnach theils in einer umschriebenen oder ausgebreiteteren Verdickung derselben, theils darin, dass entweder die verdickte und vermuthlich erweichte Cuticula sich zu Körnchen und Fäden differenzirt oder dass aus derselben Fäden auswachsen und weiter sprossen. Seltener ist die nicht oder nur unerheblich verdickte Cuticula mit körnigen und fädigen Auswachsungen besetzt oder hat sich selbst zu Körnchen und Fäden differenzirt.

Weitere Veränderungen bestehen in der Bildung flächenhaft verbreiteter Erweichungsheerde der Cuticula mit oder ohne Differenzirung von Körnchen, Fäden und Netzen aus der erweichten Substanz und in der Bildung umschriebener, umfangreicher Prominenzen mit theils homogenem, theils körnigem, körnig-fädigem oder netzförmigem Innern, in Betreff deren es häufig dahingestellt bleiben muss, ob sie aus Differenzirung erweichter Substanz oder aus Weitersprossen faseriger Auswachsungen hervorgegangen sind.

2) Umfangreichere Erweichungsheerde der Cuticula oder einer abgespaltenen oberflächlichen Membranschicht, die zum Theil homogen sind, aus denen aber sehr häufig sich Körnchen, Fäden oder Netze differenzirt haben.

Neben den kleineren, im Durchschnitt linsen-, spindel- oder kegelförmigen Schwellungen der Cuticula, die nach beiden Seiten sich in die unveränderte oder in geringerem Grade verdickte Cuticula fortsetzen, finden sich an den Epidermiszellen und in grösserer Häufigkeit an den Haaren umfangreichere und dickere Schichten erweichter Cuticularsubstanz, im Durchschnitt in Form schmaler oder breiter homogener Bänder, langgestreckter, dicker Spindeln oder als unregelmässig kontourirte Massen, die sehr häufig eine hell oder dunkler braune Färbung angenommen haben.

Die Köpfchen und Glieder zahlreicher Haare werden theilweise oder ziemlich vollständig von solchen Schichten wie von einer Kappe oder Hülse umscheidet, die sich unter Abnahme ihrer Dicke in die unveränderte Cuticula fortsetzt. An den Köpfchen und Endgliedern gehen die Schichten aus einer abgespaltenen äussersten Membranschicht hervor, die an der Grenze der Schwellung häufig ein körniges Aussehen darbietet und dann mit der noch unveränderten Membran verschmilzt. Derartige Veränderungen haben die Membranen des Mittel- und zum Theil des Endgliedes in Fig. 12 erfahren, der obere Abschnitt des Endgliedes und der untere Köpfchenumfang in Fig. 13 und die Haarglieder in Fig. 5 und 11. (In Fig. 11 ist die ganze Membran beträchtlich verdickt und hat sich zu mehreren Lamellen gesondert.) Eine stark prominirende, umschriebene Schwellung hat sich aus der äussersten Membranschicht des Haargliedes in Fig. 41 *a* entwickelt.

Bei Flächenansichten bieten die erweichten und geschwellten Abschnitte häufig eine sehr unregelmässige Begrenzung dar, sind mit mehr oder weniger tiefen Einkerbungen, zackigen oder lap-pigen Fortsätzen versehen (Fig. 16, 17 *c*) und erstrecken sich nicht selten von einem Gliede auf das andere oder verkleben Köpfchen und Glieder benachbarter Haare miteinander. An der Epidermis erstrecken sich die erweichten Schichten ebenfalls sehr häufig über mehrere Zellen hinweg und bieten noch mannichfachere Formen dar als an den Haaren. Die breiteren zeigen häufig tiefe, halsartige Einschnürungen, bauchige Vorsprünge, sowie stiel- oder keulenartige Fortsätze, schmälere bilden kürzere oder längere, bandartige, häufig mit knoten- oder spindelförmigen Anschwellungen versehene Streifen, die mitunter ziemlich genau dem Ver-

lauf der longitudinalen, seltener gleichzeitig auch dem der queren Zellscheidewände folgen und auf diese Weise langgestreckte, rhomboidale, mehr oder weniger vollständig abgegrenzte Felder einschliessen. Eine umfangreichere Erweichungsschicht von der Oberfläche der Epidermis ist in Fig. 33 abgebildet, in Fig. 37 *a* und 38 *a* 2 solche, die sich über 2 Haarglieder erstreckten, in Fig. 39 *a* eine ähnliche von einem Haargliede und in Fig. 40 *a* eine Scholle von der Oberfläche eines Köpfchens.

Kleinere Erweichungsheerde, wie in Fig. 16 und 17 *c*, besitzen meist eine sehr zarte, blasse Begrenzung und wenn sie keine bräunliche Färbung besitzen, gelingt es häufig an Flächenbildern überhaupt nicht, sie deutlich von den benachbarten, nicht oder weniger veränderten Membranabschnitten abzugrenzen. Die Begrenzung wird dann deutlicher nach Färbung durch Methylgrün, da die geschwellten Partien eine dunklere Färbung annehmen, als die unveränderten Membranabschnitte. Mitunter hat sich schon an den kleineren, häufiger und in grösserer Ausdehnung an den umfangreicheren Erweichungsschichten der Rand derselben verdichtet und tritt an Flächenbildern in Form einer derben, glänzenden Faser vor, während da, wo eine solche Faser fehlt, die Begrenzung durch Reihen von Körnchen und kurzen Fäden, häufiger aber durch einen zarten, blassen, mitunter ausgezackten und mit unregelmässigen Vorsprüngen besetzten Kontour gebildet wird. Häufig wird man überhaupt erst durch die glänzenden faserigen Kontouren auf das Vorhandensein erweichter Cuticular- oder Membranschichten aufmerksam gemacht und auch bei genauerer Untersuchung gelingt es nicht immer oder nicht überall, im übrigen Umfang der Erweichungsschicht ihre hier sehr zarten und blassen Kontouren zu bestimmen. Manche erweichte Schichten laufen nach einer Richtung fein verstrichen und allmählig aus, während sie nach der entgegengesetzten, allmählig sich verdickend und ansteigend, mit einer leisten- oder wallartigen, steil abfallenden, verdichteten und glänzenden Erhebung enden; bei anderen hat sich die Peripherie in grösserer Ausdehnung zu einer stärker glänzenden, im Durchschnitt in Form einer Faser vortretenden Hülle verdichtet.

In Fig. 37 *a* ist die über ein Paar Haarglieder sich erstreckende Erweichungsschicht in ihrem ganzen Umfange, in Fig. 38 *a* eine ähnliche Schicht nur theilweise glänzend und derb kontourirt und besitzt längs des grössten Theiles ihres linken Randes einen sehr zarten, ausgefranzten Kontour.

In Fig. 39 *a* (Haarglied) fehlt der glänzende Kontour am rechten Rande, in Fig. 40 *a* (Köpfchen) am linken Rande der Erweichungsschicht. In Fig. 33 (Epidermis) weist der derbe Kontour am oberen Umfang eine weite Lücke auf, während am unteren Umfang die erweichte Substanz ohne alle scharfe Grenze in die umgebende, nicht veränderte Cuticula ausläuft.

Sehr häufig hat sich die erweichte Substanz in ihrer ganzen Ausdehnung oder in einem grossen Theil derselben zu Körnchen, Fasern und Fäden oder zu Netzen gesondert. Im Innern mancher Heerde trifft man nur einzelne kleinere und grössere Vakuolen mit ganz oder nur unvollständig geschlossener Wandung, daneben häufig einzelne Körner, Körnchen und Fasern, das Innere anderer Heerde ist zum grössten Theil oder ganz von Vakuolen durchsetzt (Fig. 18 *d*) und unter Sonderung ihrer Wandungen zu einzelnen Körnchen und Knoten und zu mit diesen zusammenhängenden Fäden kommt es zur Bildung von Netzen und Gerüsten, deren Beschaffenheit nach Weite und Form der Maschen wie nach Stärke der Maschensepten und Gerüstbälkchen eine mehr oder weniger wechselnde ist und die je nach ihrer Dicke in Form einfacher Lamellen oder als Schichten auftreten. Sehr grosse, den Umfang eines Kerns erreichende oder noch übertreffende Maschen und Vakuolen finden sich häufig in der Peripherie von genetzten und vakuolisirten Schichten, wo die Maschensepten und Vakuolenwandungen in Form festonartiger Bögen nach Aussen prominiren. Die kleinen und mittelgrossen Maschen sind meist rund oder oval, während die grösseren wechselndere, auch gestreckte und unregelmässig polyedrische Formen darbieten. Innerhalb der Netze ist der Verschluss der Maschen häufig ein unvollständiger, sie kommuniziren durch kleinere oder grössere Lücken in den Septen oder öffnen sich nach Aussen, wenn sie peripherisch gelagert sind. Hie und da schliessen die Netze noch kleinere und grössere Reste nicht differenzirter, erweichter Cuticularsubstanz ein, die mit zackigen Fortsätzen sich an Bildung der Septen für die umgebenden Maschen betheiligen. Da auch in nicht vakuolisirten Erweichungsschichten sich nicht selten Körnchen, Körner und Fäden in wechselnder Häufigkeit finden, lässt sich die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass sich Netze und überhaupt Fadenwerke auch ohne vorausgegangene Vakuolisirung oder sowohl aus den Vakuolenwandungen als direkt aus der noch unveränderten, homogenen Substanz des Erweichungsheerdes entwickeln. Das Innere der Maschen wird von einer blassen, nicht immer ganz homogenen, mit-

unter sehr feinkörnig-fädigen Substanz ausgefüllt, die im Bereiche von sich nach Aussen öffnenden Lücken der peripheren Maschensepten frei, mit einem sehr blassen, oft fein gezähneltem Kontour vortritt. — Die Differenzirung vollzieht sich in den gefärbten wie in den ungefärbten Erweichungsheerden in der gleichen Weise und beginnt bald in der Peripherie, so dass die noch homogenen Massen überall von Fadenwerken umschlossen werden, bald beginnt sie im Innern der ersteren und lässt grössere oder geringere Abschnitte der Peripherie unbetheiligt. Ziemlich häufig laufen gefärbte Netzschichten und Lamellen in ungefärbte oder in schollige Abschnitte geschwelter und noch homogener Cuticularsubstanz aus.

Die Netzlamelle in Fig. 8 (basales Haarglied) schliesst noch derbe Knoten nicht differenzirter Substanz ein und ihre Septen sind zum Theil, namentlich in der Peripherie, nur unvollständig geschlossen.

In Fig. 17 (Haarglied) gehen kleine, gefärbte Erweichungsheerde, c' , a und d' , in ungefärbte Netzlamellen über; in Fig. 18 sind die beiden unteren der mit c bezeichneten ungefärbten Heerde theils zu Netzen differenzirt, theils homogen.

Die dicke, gefärbte, spindelförmige, die Vertiefung zwischen Endglied und Köpfchen ausfüllende Schwellung in Fig. 13 hat sich nur in ihrer Peripherie fädig differenzirt, in ihrer ganzen Dicke besitzt dagegen die äussere Membranschicht in Fig. 15 ein netzförmiges Gefüge, umscheidet das obere Ende des Haargliedes und den unteren Umfang des Köpfchens.

In Fig. 4 hat sich die Membran des Köpfchens in ihrer grössten Ausdehnung in zwei Lamellen gesondert, eine zarte innere und eine derbere, mit knotigen und spindelförmigen Verdickungen besetzte äussere, die am oberen Umfange des Köpfchens in eine wallartig prominirende Netzschicht übergeht. Auch in Fig. 3 geht die äussere Lamelle der Membran des Köpfchens in eine Netzschicht über.

In Fig. 27 wird die homogene, gefärbte, im Durchschnitt spindelförmige Schicht erweichter und geschwelter Cuticula in ähnlicher Weise von einem Fadenwerk umschlossen und begrenzt wie am oberen Ende des Haargliedes auf Fig. 13. Nach links liegen, ebenfalls innerhalb bereits fädig differenzirter Substanz, zwei kleine, ovale, ungefärbte Reste homogener Substanz.

Die umfangreichen, sehr unregelmässig gestalteten Erweichungsheerde der Cuticula von Epidermiszellen auf Fig. 34 haben sich bei a netzförmig differenzirt; die obere gefärbte Netzschicht rechts

geht nach abwärts in einen Fortsatz über, der durch geschwellte, aber noch homogene und ungefärbte Cuticularsubstanz gebildet wird. Bei *b* wechselnd mächtige, zum Theil sehr unregelmässig gestaltete, einzelne Vakuolen einschliessende Schichten geschwollter, homogener, ungefärbter Cuticula.

Fig. 42. Die sich gegenüber liegenden Abschnitte der geschwellten Membranen der Köpfchen und eines Gliedes dreier mit einander verklebter Haare sind netzförmig differenzirt und mit einander durch drei in einen Knotenpunkt zusammenlaufende Fäden verbunden.

Fig. 43 *a*, 44 *a* und 45 *a* Netzlamellen der geschwellten Cuticula von basalen Haargliedern.

Wenn geschwellte, homogene Membranschichten von einem glänzenden, faserigen Kontour nach Aussen begrenzt werden, lässt sich vermuthen, dass es sich um Erweichung und Quellung der obersten Membranschicht handele, wodurch die Cuticula in grösserer oder geringerer Ausdehnung abgehoben wird¹⁾. Da aber für einen solchen Vorgang sich thatsächliche Anhaltspunkte nicht gewinnen liessen, während andererseits der Uebergang von scholligen, flachen Erweichungsheerden der Cuticula in umfangreichere und dickere nachgewiesen wurde, liegt hier wenigstens die Annahme viel näher, dass es sich bei den anscheinend blasigen Erhebungen der Cuticula um erweichte Cuticularsubstanz handelt, deren Volumen durch Aufnahme plastischen Materials aus der Zelle beträchtlich zugenommen und die sich zunächst in der Peripherie zu einer im Durchschnitt faserigen Grenzschrift verdichtet hat. Es bezeichnet dann der faserige, einer abgehobenen Cuticula ähnliche Kontour nur den Beginn einer Verdichtung aus ursprünglich ganz homogener Substanz. So sieht man die homogene braune Erweichungsschicht Fig. 13 nach Aussen zwar durch einen faserigen Kontour begrenzt, von demselben gehen aber kurze Fäserchen nach Innen ab und nach auf- und abwärts läuft die erstere in weniger verdickte, nicht gefärbte, fein- und kurzfädig differenzirte Membranabschnitte aus.

3) Umschriebene, umfangreichere Auswachsungen der Cuticula.

Ausser den kleinen, warzen- oder knospenförmigen Auswachsungen der Cuticula finden sich in ziemlicher Häufigkeit um-

¹⁾ Vgl. HANSTEIN, Ueber die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen. Bot. Zeitung Nr. 43. 1868.

schriebene grössere, die zum Theil einen beträchtlichen Umfang erreichen und nach Form und Beschaffenheit ein sehr wechselndes Verhalten darbieten. Neben wallartigen, die mit breiter Basis aufsitzend eine mehr ebene Oberfläche darbieten und den Uebergang zu schichtweisen Auswachsungen bilden, kommen kegel- oder papillenförmige, sowohl schlankere, steil ansteigende, als niedrigere, mit breiter Basis aufsitzende (Fig. 6 und 7) vor, ferner gelappte (Fig. 9) und gestielte Formen. Wenn der Körper gestielter Auswachsungen der Cuticula unmittelbar anliegt, kann es scheinen, als wenn man es mit einer mit breiter Basis aufsitzenden Auswachsung zu thun hätte, dagegen hebt sich bei Strömungen in der Zusatzflüssigkeit der Membran nur aufliegende Abschnitt der Auswachsung von derselben ab und flottirt hin und her.

Das Innere dieser Prominenzen ist mitunter homogen oder sehr fein und blass granulirt, wie an denen der Haarglieder Fig. 7, 9 und 10, schliesst aber häufig einzelne derbere, mitunter gelb oder bräunlich gefärbte Knoten, Körner und Stränge ein, wie in Fig. 7 und 10. In der kegelförmigen Prominenz Fig. 7 fanden sich neben und zwischen den concentrisch zum Umfang verlaufenden derberen Fasern noch feine und blasse, verästelte Fäden, in der Auswachsung Fig. 10 neben einer grösseren ein Paar kleinere Vakuolen. Andere Auswachsungen bestehen ganz aus weit- oder engmaschigen Gerüsten feinerer und derberer Fäden und Fasern, die sich theils überkreuzen, theils netzförmige Verbindungen unter Bildung derberer Knotenpunkte eingehen (Fig. 6) und nach Beschaffenheit der Fadenwerke ein sehr wechselndes Aussehen darbieten können. Die Peripherie ist glattrandig, wenn sie durch Fäden und Fasern gebildet wird, die in der Ebene des optischen Durchschnittes verlaufend, das Gebilde umsäumen und nur einzelne leere oder von Körnchen (resp. Fadenquerschnitten) eingenommene Lücken zwischen sich frei lassen; der Kontour wird dagegen ein sehr unregelmässiger, wenn einzelne Körnchen und Fäden wie Gruppen derselben frei nach Aussen vorragen, wie in Fig. 23*b*, und wenn einzelne derbere Randfasern über die Kuppe einer papillenförmigen Auswachsung hinausgewachsen sind, bekommt das ganze Gebilde mitunter das Aussehen einer sich öffnenden Knospe. Ein Paar Mal besaßen kleinere und grössere Auswachsungen mit körnig-fädigem Innern ganz oder theilweise eine blass oder gesättigt grüne Färbung (Fig. 36, Haarglieder).

Einige Male enthielten die Auswachsungen einen runden, kernartigen Körper mit deutlicher Hülle, dessen Inneres bald nur

von Körnchen und sehr kurzen Fäden, bald ausserdem von einem Gerüst derberer Knoten und Stränge eingenommen wurde. In der steil über das Niveau der Cuticula ansteigenden bräunlichen Prominenz Fig. 14 sind zwei solcher kernartiger Körper eingeschlossen, von denen der eine rund ist, der andere eine dem Umfang des letzteren entsprechende Einbuchtung besitzt. Häufiger als innerhalb der Auswachsungen fanden sich, wie erwähnt, diese Körper in der noch wenig verdickten Cuticula an Stellen, wo in dieselbe zahlreiche Gruppen von ziemlich dicht gestellten Körnern und Körnchen eingestreut waren.

Die Häufigkeit der Auswachsungen wie der Erweichungsheerde ist eine sehr wechselnde; während sie sich an manchen Präparaten nur spärlich finden oder ganz fehlen, sind sie andere Male so häufig, dass das Gesichtsfeld von ihnen wie übersät ist.

Eine scharfe Scheidung zwischen den umschriebenen prominierenden wie den in mehr flächenhafter Verbreitung auftretenden Auswachsungen und den Schwellungen und Erweichungen der Cuticula, die sich erst nachträglich zu Fadenwerken oder zu Netzen differenzirt haben, lässt sich nicht durchführen. In allen Fällen, wo die Oberfläche der veränderten Abschnitte und der Prominenzen eine unregelmässige ist, keinen fortlaufenden glatten Kontour besitzt, sondern mit mehr oder weniger weit vorragenden Fäden, verzweigten Fadenreisern oder mit fetzigen oder lappigen Fortsätzen homogener oder körnig-fädiger Substanz besetzt ist, wird man nicht wohl zweifeln können, dass es sich um Auswachsungen handelt. Besitzt dagegen die Oberfläche einen glatten, fortlaufenden Kontour, so muss es häufig dahin gestellt bleiben, ob es sich um Auswachsungen handelt oder um Erweichungsschichten, die durch Aufnahme von Substanzen aus dem Zellinnern ein beträchtliches Volumen erreicht, sich aber erst nachträglich, unter Differenzirung geformter Theile, verdichtet haben. So wird in Fig. 28 die Aussenwand der Epidermiszellen überzogen von einer Schicht reiserförmig verzweigter Fäden, die nach Aussen durch eine fortlaufende faserige Kontour begrenzt wird. Es konnte sich hier sowohl um eine nachträgliche Differenzirung einer ursprünglich homogenen, geschwellten Cuticularschicht handeln, als um Auswachsungen aus der nur wenig verdickten Cuticula, die sich gleichzeitig zu einzelnen Körnchen und zu kurzen Fäden gesondert hat, so dass sie als continuirlicher faseriger Kontour nicht mehr vortritt. Die aus erweichter Cuticularsubstanz differenzirten Fäden bilden zwar meist ein Reiserwerk oder Netze, während ein

derbes Gerüst von einer Beschaffenheit wie in Fig. 6, oder eine Anordnung derberer Fasern und feiner Fäden, wie in Fig. 7 nicht beobachtet wurden, indessen scheint es doch misslich, auf die Beschaffenheit und Anordnung der geformten Theile allein ein entscheidendes Gewicht zu legen. Es verdient deshalb auch der Umstand Beachtung, dass erweichte und geschwellte Cuticularmassen auch nach Bildung von Netzen aus ihrer Substanz eine weiche Consistenz behalten, während Prominenzen wie die in Fig. 6, 7, 9 und 10 bei Druck ihre Form nicht oder nur wenig und vorübergehend ändern, demnach eine festere Consistenz als die ersteren besitzen.

Auf Grund weiter mitzutheilender Beobachtungen muss ferner die Möglichkeit berücksichtigt werden, dass festere Theile sich wieder verflüssigen, aus flüssigen festere hervorgehen können, dass somit sowohl das in Auswachsungen als das in erweichten Schichten enthaltene geformte und ungeformte Material seine Beschaffenheit mit der Zeit verändern kann. So lässt sich vielleicht das Auftreten von Vakuolen in der anscheinend soliden Auswachsung Fig. 10 aus einer nachträglich eingetretenen Erweichung erklären.

II. Veränderungen der Aussenwand der Epidermiszellen, der Membranen der Haare und des Zellinhalts.

Ziemlich häufig ist nicht die Cuticula allein, sondern die Wandung der Zellen in ihrer ganzen Dicke oder in einem Theil derselben verändert. An den Haargliedern verdickt sich mitunter die Membran so beträchtlich, dass die Zelllichtung dadurch erheblich verengt, in einem Mittelgliede enger wird als im Endgliede; dabei bleibt die verdickte Membran homogen oder sondert sich zu 2 oder mehr Lamellen wie in Fig. 11. Seltener wurde der Eintritt einer fädigen resp. netzförmigen Differenzirung der geschwellten Membranabschnitte beobachtet, wie sie sich häufiger an den Membranen der Köpfchen entwickelt. An denselben zeigt dann nicht blos eine abgespaltene Aussenlamelle, sondern die geschwellte Membran in ihrer ganzen Dicke ein netzförmiges Gefüge, bildet eine durchbrochene Hülle für den Köpfcheninhalt, wie dies namentlich dann deutlich vortritt, wenn nach Einwirkung von Reagentien, wie schon nach Einlegen der Theile in Jodwasser, der Inhalt des Köpfchens sich von der Hülle zurückgezogen hat. Die Membran der Köpfchen spaltet sich mitunter

streckenweise nicht bloß in 2, sondern in 3 Schichten, von denen bald die inneren, bald die äusseren eine grössere Dicke besitzen und in jeder Schicht können sich linsen- oder halbkugelförmige, umschriebene Auftreibungen entwickeln, die namentlich in der äusseren Schicht ziemlich auffallend vortreten, weil sie hier, meist am Scheitel des Köpfchens, knopfförmig nach Aussen prominieren. Dieselben sind anfangs homogen und mehr oder weniger glänzend und zum Theil braun gefärbt, später tritt in einzelnen, wie in den ganzen Membranlamellen eine Differenzirung zu Fäden oder zu diesen und zu Körnchen ein. Während in manchen Auftreibungen die fädigen Theile ohne bestimmte Anordnung nach verschiedenen Richtungen hin orientirt sind, finden sich andere, in denen die Fäden mehr oder weniger parallel der langen Axe verlaufen oder fächerartig, in Form gerader, kürzerer und längerer, zum Theil ziemlich dicker Stäbchen, nach der Scheitelregion convergieren.

An den Aussenwandungen der Epidermiszellen tritt im Bereiche der Stellen mit veränderter Cuticula eine feinfädig-körnige Zeichnung häufiger und deutlicher vor als sonst. Die Körnchen und Fäden sind zum Theil derber und dunkler als sonst, treten in grösserer Verbreitung auf und nicht selten erscheint die Membran in einem Theil ihrer Dicke oder in ihrer ganzen Dicke durchsetzt von sehr engmaschigen Fadennetzen und hat gleichzeitig unter Verlust ihres Glanzes ein trübes Aussehen bekommen, Fig. 23 und 24. In Fig. 24 senken sich einzelne Fäden der wandständigen Plasmachicht in den genetzten Membranabschnitt ein. Andere Male treten innerhalb der Membranen und ebenfalls unter Verlust ihres Glanzes zahlreiche längere und etwas derbere Fäden und Fasern auf, die zum Theil reiserförmig verzweigt sind und vielfach untereinander zusammenhängen, aber keine Netze bilden. So ist an dem Durchschnitt von 3 Epidermiszellen, Fig. 25, an der Zelle links die Aussenwand unterhalb des Fadenwerks der verdickten Cuticula noch unverändert, während die Aussenwände der beiden anderen Zellen Fadenwerke von wechselndem Charakter enthalten, die sich von dem Fadenwerk der Cuticula nicht trennen lassen und die Membrane in ihrer ganzen Dicke durchsetzen. An Stelle eines glatten, fortlaufenden inneren Membrankontours treten einzelne die Zelllichtung begrenzende Fäden vor.

Da von mir der Nachweis geführt worden ist, dass die Mem-

branen Chlorophyllkörper und Protoplasmakörner einschliessen, dass Fäden wandständigen Plasmas mit der Zellwand verschmelzen oder in dieselbe eindringen, dass ferner bei Solidifikation der Interzellularräume die protoplasmatischen, in den letzteren enthaltenen Massen so lange als Einflüsse der neugebildeten Membransubstanz sichtbar bleiben als die letztere noch keine grössere Dichtigkeit erreicht hat, liegt natürlich die Vermuthung nahe, dass faserige und fädige Bildungen der Membranen, die ihrer Form und Anordnung nach an die des intracellularen Protoplasma erinnern, auch protoplasmatische Theile einschliessen. An Stellen, wo die Membranen ihren Glanz verloren und Fadenwerke oder Netze deutlicher vortreten, die grosse Aehnlichkeit mit denen des Protoplasma besitzen, handelt es sich deshalb vielleicht um ein zartes, im Wesentlichen protoplasmatisches Gerüst, das nach Schwund eines grossen Theils der Cellulose zurückgeblieben ist oder erst während des Schwundes der Cellulose sich aus anders angeordneten und vertheilten protoplasmatischen Theilen entwickelt hat. Es soll damit weder behauptet werden, dass ein solches Gerüst genau dieselbe chemische Constitution besitzt, wie die intracellulären Gerüste oder wie die protoplasmatischen Einschlüsse der noch ganz unveränderten Membran, sondern nur auf die Wahrscheinlichkeit hingewiesen werden, dass in seine Zusammensetzung protoplasmatische Theile eingehen.

Schon im Bereiche von unveränderten Membranabschnitten enthalten die Epidermiszellen hie und da rundliche, bräunlich gefärbte, fein granulirte Plasmamassen, in denen einzelne etwas derbere Körnchen und Fäden vortreten, häufiger finden sich dagegen Färbungen und Veränderungen des geformten Inhalts der Epidermiszellen, wenn ihre Membranen die beschriebenen Metamorphosen erfahren haben. Die wandständigen Plasmaschichten nehmen eine schwache, lichtgelbbraune Färbung an, deren Intensität allmählich zunimmt, während gleichzeitig die Granulirung eine derbere wird. Einzelne Knotenpunkte verdicken sich und verschmelzen zu derberen, unregelmässig geformten, eckigen, glänzenden Körnern, zwischen denen nur noch vereinzelt Fäden wahrzunehmen sind. Mit Zunahme der Dicke der Körner wird die braune Färbung dunkler und schliesslich scheinen die Körner untereinander zu einer kompakten Masse zu verschmelzen. Auch die Theile des Köpfchenplasmas sind häufig in grösserer oder geringerer Ausdehnung braun gefärbt und die gleiche Färbung hatte ein paar Mal auch das körnig-fädige Plasma der basalen Haarglieder angenommen (Fig. 28).

Verhalten der metamorphosirten Membranen zu Farbstoffen und zu chemischen Reagentien.

Die im Vorstehenden beschriebenen Veränderungen der Membranen zeigten dieselbe Beschaffenheit, wenn die Theile in der gewöhnlich benutzten 1 proc. Zuckerlösung untersucht wurde, als wenn als Zusatzflüssigkeit der ausgedrückte Saft der Blattstiele verwendet oder ohne Zusatzflüssigkeit untersucht wurde. Auch nach monatelangem Liegen der Blattstiele in Alkohol zeigten die veränderten Membranabschnitte kein von dem der frisch untersuchten Theile wesentlich abweichendes Verhalten; auch die homogenen Schichten erweichter Cutikularsubstanz boten das gleiche Aussehen wie früher, waren nicht körnig geworden.

In der grossen Mehrzahl der Haarglieder mit veränderten Membranen und auch in solchen die von massigen Schichten homogener oder genetzter Substanz umschlossen waren, war die Protoplasmaströmung in vollem Gang, in anderen war sie zwar erloschen, aber der Protoplasmaschlauch noch wandständig und einzelne Stränge in schlängelnder oder zitternder Bewegung. Nur in vereinzelt Gliedern hatte sich das von der Wand abgelöste Protoplasma zu rundlichen oder länglichen Massen zusammengeballt und die Membranen dieser Glieder waren bald in der bezeichneten Weise verändert, bald ganz unverändert.

HANSTEIN macht die Angabe, dass in den von ihm bezüglich der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen untersuchten Pflanzen durch eine alkoholische Lösung von Anilinviolett und Rosanilin das Protoplasma violettroth, Harz meist reinblau, Gummi und die ihm verwandten Amyloide in verschiedenen rothen Tönen gefärbt werden. Bei *Pelargonium* waren die unveränderten Membranen und die Kerne mehr oder weniger lebhaft violett gefärbt, in geringerem Grade das Protoplasma, während die veränderten Membranabschnitte sowohl rücksichtlich ihrer Färbbarkeit als bezüglich der Art der Färbung ein ziemlich wechselndes Verhalten darboten. Die in Haufen zusammenliegenden Körner und Körnchen hatten eine sehr wechselnd dunkle Färbung angenommen, waren bald tiefer als die Membranen, bald nur blass violett und mitunter gar nicht gefärbt; ziemlich häufig waren die derselben Gruppe angehörigen Körner und Körnchen zum Theil dunkel, zum Theil schwach oder gar nicht gefärbt. Rundliche oder streifige Plaques fein und dicht granulirter Cutikularsubstanz

waren meist dunkler violett als die Membran, einzelne derbere knotige Verdickungen der Cuticula nicht violett, sondern tief roth gefärbt. Kleine wie umfangreichere erweichte, geschwellte, homogene Cuticularschichten sind nicht oder schwächer violett als die Membranen, mitunter aber stärker als die letzteren gefärbt; erweichte und geschwellte, den Scheitel der Köpfehen der Haare einnehmende Schichten hatten mitunter, ebenso wie umschriebene knotige Verdickungen, eine tiefrothe Färbung angenommen. Die erweichten und netzförmig differenzirten Schichten waren meist violett gefärbt, der Inhalt grösserer Vakuolen und weiterer Maschen bald ebenso stark wie die umgebenden geformten Theile, bald schwächer oder gar nicht. Die in umschriebenen Auswachsungen enthaltenen Körnchen, Körner, Fäden und Stränge sind bald sämmtlich, bald nur theilweise violett gefärbt, mitunter vorwiegend in den inneren, anderemale in den peripheren Abschnitten der ersteren oder es sind gefärbte und ungefärbte Theile durch die ganze Auswachsung vertheilt. Vereinzelt fanden sich ganz ungefärbte kleinere und grössere Auswachsungen neben anderen gefärbten. Eine ungefärbte körnig-fädige Auswachsung schloss 2 tiefroth gefärbte homogene Körner ein.

Eine reine Blaufärbung war nirgends, weder in den Zellen, noch an den Membranen eingetreten. Braun oder grün gefärbte Auswachsungen und ebenso gefärbte Schichten erweichter, geschwellter, fädig differenzirter Cutikula hatten von dem Anilingemisch keine Färbung angenommen.

Ganz ähnliche Verschiedenheiten in der Tiefe der Färbung, wie nach Anwendung des HANSTEIN'SCHEN Anilingemisches, zeigten die veränderten Membranabschnitte nach Färbung durch Methylgrün.

In Alkannatinktur waren die unveränderten Membranen ungefärbt geblieben oder hatten sich blass braunroth gefärbt. Die veränderten Membranabschnitte haben eine blass oder dunkler rothviolette oder rothbraune Färbung angenommen, namentlich tief sind homogene Schichten erweichter, geschwellter Cuticula und die kleineren körnigen und knotigen Auswachsungen gefärbt, während die grösseren beträchtlich über das Niveau der Membran prominirenden häufig nur blass violett gefärbt waren. Protoplasma, Kerne und Chlorophyllkörper waren blassroth oder blassrothbraun gefärbt. Zinnoberroth waren weder Inhaltkörper der Zellen noch veränderte Membranabschnitte gefärbt.

Werden abgezogene Streifen der Epidermis in absolutem

Alkohol gekocht, so bleiben die geformten Theile der metamorphosirten Membranabschnitte, mit Ausnahme der Netze, unverändert. Sowohl Fäden, Fasern und Stränge als blasse, feine und derbere, stärker glänzende Körnchen, wie Knoten und kleine Körner treten in ganz derselben Weise vor, wie an frisch untersuchten Präparaten. Nur die Netzschichten haben ein anderes Aussehen gewonnen und mitunter bis zu einem Grade, dass man sie anfangs gar nicht wiedererkennt. So sind stellenweise die Septen zur Bildung homogener, mattglänzender Massen verschmolzen, hie und da treten im Innern von Netzschichten nur isolirte Knoten und derbe Stränge vor, die aus Septen hervorgegangen zu sein scheinen, deren Fäden sich zum Theil von ihren Knotenpunkten abgelöst haben und dann theils untereinander, theils mit den letzteren verschmolzen sind, andere Male sind in ursprünglich weitmaschigeren Netzschichten die Septen vielfach verzerrt, ihre Fäden zum Theil dicht aneinandergelagert, zum Theil zerrissen, die Maschen sehr unregelmässig geformt, die ganze Schicht zerklüftet und nur an einzelnen Stellen noch unverändert.

Ob durch den kochenden Alkohol aus den Lücken zwischen den geformten Theilen innerhalb faserig differenzirter Schwellungen, wie innerhalb umschriebener, umfangreicherer Auswachsungen eine in dem ersteren lösliche Substanz ausgezogen wird, lässt sich nicht entscheiden, wenn die geformten Theile ziemlich dicht eingelagert sind. Dagegen war dies entschieden öfter der Fall bei homogenen oder Fasern und Körnchen nur in geringer Menge einschliessenden Schwellungen der Cuticula, die dann ein merklich lichterem Aussehen erlangt hatten als gewöhnlich. Bauchig prominirende, mit verdichteter Rindenschicht versehene Schwellungen der Cuticula machen dann ganz den Eindruck, als habe sich eine Cuticula von der Membran in Form einer Blase abgehoben. An Stellen, wo in der vermeintlichen Cuticula kleinere und grössere Lücken vorhanden sind, tritt an Stelle des glänzenden faserigen Contours der verdichteten Rindenschicht die sehr zarte und blasse Grenzlinie einer homogenen, sehr schwach brechenden Substanz vor, die nach Entfernung der in heissem Alkohol löslichen Bestandtheile zurückgeblieben ist. Es können unter diesen Umständen Schwellungen der Cuticula, die nur wenige Fasern einschliessen, leicht ganz übersehen werden, da es auf den ersten Blick scheint, als wenn die Fasern frei in der Umgebung der Membran lägen.

In wässriger Jod-Jodkaliumlösung wie in Chlorzinkjodlösung sind die veränderten Membranabschnitte bald ebenso,

bald tiefer oder schwächer als die unveränderten Membranen gefärbt, mitunter aber nur theilweise oder gar nicht. Manche der umschriebenen umfangreicheren Auswachsungen hatten in Chlorzinkjodlösung eine lichtere oder dunklere, schmutziggviolette Färbung angenommen; die Färbung betraf vorwiegend die faserigen und fädigen Theile.

Durch das MILLON'SCHE Reagenz¹⁾ wurde weder in den Zellen noch in den veränderten Membranabschnitten, bei gewöhnlicher Zimmertemperatur oder nach Erwärmen eine rothe Färbung erzeugt.

Waren abgezogene Streifen der Oberhaut der Blattstiele einige Minuten oder länger mit erwärmter, concentrirter Salzsäure behandelt worden, so hatten sich häufig die Kerne der kurzgliedrigen Haare roth oder violett gefärbt, am dunkelsten das Kernkörperchen; beim Ausbleiben der Kernfärbung war das letztere mitunter allein gefärbt. Mitunter hatte auch der Inhalt der Köpfchen und der Haarglieder eine blassrosa Färbung angenommen. Ausserdem war eine Färbung weder im Protoplasma noch an den Membranen eingetreten.

Nach Behandlung mit concentrirter Salpetersäure werden die Membranen und das Protoplasma meist ganz blassgelb gefärbt, die Kerne ziemlich regelmässig gelb oder gelbbraun, ebenso mitunter einzelne derbere vom Kern abgehende Stränge. Die veränderten Membranabschnitte blieben zum grossen Theil ganz ungefärbt, einzelne waren ebenso blass wie die Membran, wenige dunkler als diese gefärbt. Auf nachträglichen Zusatz von Ammoniak hatten bald nur die Kerne, bald auch das Protoplasma und die unveränderten Membranen eine lebhaftere gelbe, braune oder graublaue Färbung angenommen. Einzelne Querscheidewände der Haarglieder waren erheblich dunkler als die übrigen Membranen gefärbt, der Inhalt der Haarköpfchen dunkler als der Inhalt der Haarglieder. Ein Theil der in Form umfangreicherer Prominenzen vortretenden Auswachsungen hatte eine dunklere, gelbe oder hell- bis dunkelbraune Färbung angenommen.

Bekanntlich tritt nach Einwirkung von Jod, Jod-Schwefelsäure oder Chlorzinkjodlösung eine Blaufärbung der Cellulosemembranen nichts weniger als regelmässig ein und so wenig man aus dem Ausbleiben dieser Reaktion auf das Nichtvorhandensein von Cel-

¹⁾ Das Reagenz war theils in der gewöhnlichen, theils in der von C. KRUKENBERG (Grundriss der medic. chemischen Analyse S. 30) angegebenen Weise angewendet worden.

lulose schliessen darf, ebensowenig würde es gerechtfertigt sein anzunehmen, dass die Auswachsungen nur dann Cellulose enthalten oder einen dieser nahestehenden Körper, wenn sie eine violette Färbung nach der Behandlung mit Chlorzinkjodlösung angenommen haben. Ebenso weisst zwar das Auftreten einer dunkleren Färbung einzelner prominirender Auswachsungen nach Behandlung der Theile mit Salpetersäure und Ammoniak auf einen Gehalt von Proteinverbindungen hin, es geht aber aus dem Ausbleiben dieser Reaktion nicht hervor, dass ein solcher Gehalt fehlt, da nicht blos die unveränderten Membranen, sondern auch das Protoplasma mitunter keine merkliche Färbung nach Behandlung mit Salpetersäure wie mit Salpetersäure und Ammoniak angenommen haben.

Auf Zusatz von Essigsäure ändern Körner, knotige Auftreibungen, feingranulirte wie feinkörnig-fädige Schichten und ebenso prominirende umschriebene Auswachsungen ihre Beschaffenheit nicht merklich. Ebenso blieben manche Schichten homogener, geschwelter, vakuolenhaltiger oder vakuolenfreier Cutikularsubstanz ganz unverändert, andere veränderten unter Quellung nur ihre Form und in noch anderen bildete sich eine körnig-fädige Rindenschicht oder es erhielt auch ihr Inneres eine blass und fein granulirte Beschaffenheit. In Netzschichten treten die Septen schärfer vor, dann werden die feineren, engere Maschen umschliessenden Septen blasser und dicker, die ungeschlossenen Maschen verengen sich entsprechend und schwinden stellenweise ganz, so dass es zur Bildung homogener Substanzschichten kommt, die von derberfädigen Septen mit weiteren Maschen umschlossen werden.

Auf Zusatz von Salzsäure verblassen oder schwinden der veränderten Cuticula angehörige Anhäufungen feinkörniger Substanz, während glänzende Körner theils ebenfalls verblassen und eine sehr blasse, feinkörnige Substanz zurücklassen, theils zu derberen Körnchen, mitunter nach vorgängiger Aufhellung ihres Innern zerfallen.

Grün gefärbte homogene, granulirte, feinkörnig-kurzfüdige wie genetzte Schollen der Cuticula werden auf Zusatz von absolutem Alkohol zum Präparat bald sehr rasch, bald allmählich, im Verlaufe von 10—15 Minuten entfärbt. Nach Zusatz von Essigsäure erfolgte die Entfärbung meist innerhalb 5 Minuten. Von nur angeschwemmten Chlorophyllkörpern lassen sich an Flächenbildern die grünen platten- oder schollenförmigen Verdickungen der Cuticula zum Theil schon durch ihre viel beträchtlichere Grösse und die unregelmässi-

gen Kontouren unterscheiden, zum Theil dadurch, dass sie nur gefärbte Einschlüsse oder Anhängsel einer umfangreicheren homogenen, granulirten oder genetzten, übrigens ungefärbten Schwellung der Cuticula sind, oder dadurch, dass die gefärbten Abschnitte ohne alle deutliche Contourirung ganz allmählich in die umgebende unveränderte und nicht gefärbte Cuticula auslaufen. Ausserdem schwimmen der Membran nur aufgelagerte Partikel des Zellinhalts fort, wenn durch Druck auf das Deckgläschen oder durch Zusatz von Flüssigkeit zum Präparat Strömungen hervorgerufen werden.

Bei kürzerer oder längerer Einwirkung von Liq. Kali caustic. kam es zu mehr oder minder beträchtlichen Quellungen der metamorphosirten Membranabschnitte und auf nachträglichen Zusatz von Wasser, ebenso bei Kochen der Oberhautstreifen in 5 proc. Kalilösung, vielfach zur vollständigen Ablösung umfangreicherer Erweichungsschichten oder Auswachsungen von den nicht oder nur in geringerem Grade veränderten Membranabschnitten. Es treten unter diesen Umständen manche Veränderungen und Strukturverhältnisse deutlicher hervor, als es sonst der Fall ist, so die Aufblätterung der Membranen zu einzelnen Lamellen, umschriebene Schwellungen einzelner Lamellen, wie der vollständige oder unvollständige Defect der Membranen an Stellen, wo dieselben in ihrer ganzen Dicke oder theilweise sich zu Fäden und Körnchen oder zu Netzen differenzirt hatten.

Den abgelösten Oberhautlamellen wurde nur die zu ihrem Einschluss nöthige Menge der Zuckerlösung und nach Einstellung eines veränderten Membranabschnittes, dem Präparate ein kleiner Tropfen Liq. Kali caustic. zugesetzt.

Die kleineren braunen oder ungefärbten, linsen- oder spindelförmigen, homogenen oder geformte Theile einschliessenden Schwellungskörper werden nicht oder nicht erheblich verändert, nicht oder nur in geringem Grade entfärbt. Umfangreichere homogene Erweichungsschichten quellen dagegen mehr oder weniger rasch und beträchtlich auf, werden schwächer lichtbrechend und braun gefärbte mehr oder weniger entfärbt. Dann differenziren sich aus ihrer Substanz meist sehr dicht gestellte feine und blasse Körnchen, wie kurze Fäden, daneben öfter auch stärker glänzende Körnchen die mit den ersteren mitunter nachträglich zu stärker brechenden Körnern wie zu strang- oder wurstförmigen Gebilden verschmelzen. Ein Paar Mal zeigten dagegen vakuolisirte wie ganz homogene Erweichungsschichten ein abweichendes und sehr auffallendes Verhalten. Es entstanden Va-

kuolen, die ihre Form änderten, sich vergrösserten, wieder verkleinerten und schliesslich schwanden, während an anderen Stellen sich neue entwickelten. Gleichzeitig änderte die Substanz zwischen den Vakuolen ihr Brechungsvermögen und es entwickelten sich aus derselben stärker brechende Körner, Knoten, strang-, wurst- und kolbenförmige Gebilde, die ihre Form änderten, sich zurückbildeten und schwanden, während andere neu entstanden und von der Peripherie der ganzen Schicht sich gleichzeitig einzelne biskuit-, kegel- oder lanzettförmige Körper ganz abschnürten. Einmal gerieth, $\frac{3}{4}$ Stunde nach Zusatz der Kalilösung, ein kolbiges Gebilde in lebhaft oscillatorische, ein Paar Minuten lang anhaltende Bewegungen.

Die Septen von Netzschichten verschmelzen mit der in ihren Maschen enthaltenen Substanz zu einer homogenen Masse, welche weiterhin die gleichen Veränderungen erfährt, wie erweichte homogene Cuticularschichten.

Die umschriebenen, umfangreicheren, durch Auswachsungen entstandenen Prominenzen der Membran quellen mehr oder weniger stark, bald rasch, bald langsam, mitunter erst im Verlauf einer Viertelstunde, hellen sich unter Verblässen ihrer feineren Körnchen und Fäden auf, während derbere, wie knotige oder strangförmige Gebilde und kleine Körner häufig deutlich bleiben und sich nicht oder nicht erheblich verändern.

Auf nachträglichen Zusatz von Wasser treten in manchen ursprünglich homogenen Schichten erweichter Cutikularsubstanz keine erheblichen Veränderungen ein, in den meisten Fällen kommt es dagegen zu einer plötzlichen vermehrten Schwellung und zu einer Trübung der blassen, körnig-fädigen Masse oder auch zu einem Zerfliessen derselben unter Hinterlassung von grösseren und kleineren, scholligen oder fetzigen Rückständen.

Auch körnig-fädige umschriebene Prominenzen bleiben mitunter nach Wasserzusatz ziemlich unverändert, meist tritt aber ein rasches Aufquellen oder auch ein Zerfliessen derselben ein, andere Male bildete sich eine dichtere, körnig-fädige Hülle.

Mitunter schon nach Zusatz der unveränderten Kalilösung, viel häufiger aber bei nachträglichem Wasserzusatz und wiederholtem Druck auf das Deckgläschen (und ziemlich regelmässig nach Kochen der Oberhaut in 5 proc. Kalilösung) lösen sich die gequollenen Massen ganz oder in grösserer oder geringerer Ausdehnung von den Membranen ab und lassen die letzteren frei vortreten. Man überzeugt sich dann sehr leicht, dass, wie schon die

genaue Untersuchung frischer, unveränderter Präparate ergab, die Veränderungen der Cuticula oder der obersten Membranschicht keineswegs immer die Ausdehnung wie die aufliegenden Erweichungsschichten oder die umschriebenen prominirenden Auswachsungen besitzen, sondern dass sich sehr häufig die erweichten Massen über die umgebenden, nicht oder in beschränkter Ausdehnung veränderten Membranabschnitte ausgebreitet und dass Auswachsungen dieselben überwachsen haben.

Es tritt dann im Durchschnittsbild die Cuticula entweder als ein *continuirlicher* faseriger Saum an den betreffenden Stellen hervor oder die Lücken desselben sind kleiner als der Umfang vor der Kalibehandlung vorhandenen erweichten oder erweichten und differenzirten Schichten, während von den durch Auswachsungen entstandenen Prominenzen häufig nur schmalere fetzige, faserige Reste zurückbleiben, die bei Druck auf das Deckgläschen hin und her flottiren, aber nicht fortschwimmen, da sie in der veränderten Cuticula oder in der oberflächlichen Membranschicht wurzeln. Wie schon bei Untersuchung der frischen Präparate, zeigte sich auch nach der Kalibehandlung, dass keineswegs immer der Uebergang der unveränderten Membranabschnitte in veränderte ein allmählicher ist, sondern dass sehr häufig in der unmittelbaren Umgebung von umfangreichen, aus Schwellungen oder Auswachsungen hervorgegangenen Massen die Cuticula unverändert oder nur wenig verdickt ist. Wenn die aus der Metamorphose der Köpfchenmembranen hervorgegangenen, die Köpfchen umscheidenden Massen beträchtlichere Dimensionen erreicht haben, lässt sich die Beschaffenheit der weniger veränderten Membranabschnitte häufig nicht deutlich wahrnehmen, während dies nach der Behandlung mit Liq. Kali c. und Wasser und namentlich nach Kochen der Oberhautlamellen in 5-proc. Kalisolution leicht gelingt. Man findet dann neben den Abschnitten, wo die Membran nur verdickt oder verdickt und körnig-fädig differenzirt oder auch mit fädigen Auswachsungen besetzt ist, andere, wo eine Spaltung in eine innere und äussere Lamelle erfolgt ist, oder wo sie sich, meist nur in geringerer Ausdehnung, zu mehreren in Folge der Behandlung von einander gewichenen Lamellen aufgeblättert hat. Die Spalten zwischen den letzteren sind leer oder schliessen nur spärliche Körnchen und kurze, feine Fäden ein. Die Membran weist aber auch Lücken auf, die ohne Zweifel Stellen entsprechen, wo sie erweicht oder auch zu Netzen differenzirt war, und zwar treten diese Lücken bald nur im Bereiche der äusseren Membranlamelle auf,

wenn eine Sonderung der ganzen Membran zu 2 Lamellen stattgefunden hatte, bald wird, wenn eine solche Sonderung nicht eingetreten war, die Lücke durch einen Defekt der Membran in ihrer ganzen Dicke gebildet. Die Lücken sind ganz leer oder enthalten nur spärliche Reste einer blassen, körnig-fädigen Substanz. Hie und da kommt es auch vor, dass eine grössere Lücke in der Mitte noch einen isolirten Membranrest einschliesst, der im Durchschnitt als eine kurze Faser vortritt.

Da nach Einwirkung von Liq. Kali c. die metamorphosirten Membranabschnitte nicht in der gleichen Weise verändert werden, die Quellung der Theile eine ungleich starke ist, derbere Fasern und Knoten, sowie kleinere, unbeschriebene Schwellungen häufig keine oder keine erhebliche Aenderung ihrer Beschaffenheit erfahren, lässt sich vermuthen, dass theils der Wassergehalt der Theile ein verschiedener, theils aber auch ihre chemische Beschaffenheit nicht überall die gleiche ist. Auch das wechselnde Verhalten der veränderten Membranen und der aus ihnen hervorgegangenen neuen Formelemente zu Essigsäure, weist auf ihre ungleiche chemische Zusammensetzung hin.

Nach den mitgetheilten Befunden sind an den Membranen, resp. an der Cuticula, zunächst weniger auffallende Bildungen nachweisbar, in Betreff welcher es im einzelnen Fall dahingestellt bleiben muss, ob und in welcher Weise sie sich weiter verändern, so die knotigen Verdickungen, die zerstreut oder gruppenweise auftretenden Körner und Körnchen, die rundlichen oder in Form von faserigen oder bandartigen Bildungen auftretenden Anhäufungen von sehr fein und dicht granulirter Substanz. Die Knoten, Körner und Körnchen sind mitunter grün gefärbt, die Körner vakuolisirt und die Körner und Knoten mit fädigen Auswachsungen besetzt. Haufen dicht gestellter Körner verschmelzen vielleicht zur Bildung der umschriebenen Schichten fein und blass granulirter Substanz, oder es entwickeln sich aus ihnen die Stroma- und Hüllentheile der in morphologischer Beziehung Kernen vollständig gleichwerthigen Gebilde, wenn diese und ebenso die ersteren nicht aus Differenzirung umschriebener homogener Erweichungsheerde hervorgehen. Die auffallenderen Veränderungen bestehen in der Entwicklung von Auswachsungen aus der Cuticula oder — an den Endgliedern und Köpfchen der Haare, denen eine Cuticula fehlt — aus der Substanz der Membran selbst und in dem Auftreten von Erweichungsheerden, welche einen mächtigen Umfang erreichen können, bald nur die Cuticula oder oberflächliche

Membranschicht, bald auch die tieferen Membranschichten betreffen und häufig zu einer Desorganisation der Membran in ihrer ganzen Dicke führen.

Die Auswachsungen treten auf in Form von bald vereinzelt vorsprossenden, bald über ganzen Zellreihen einen flaumartigen Besatz bildenden Fasern, oder, wenn sie sich von umschriebenen Stellen aus weiter entwickelt haben, in Form grösserer, wallartiger oder kegelförmiger Prominenzen mit glatter oder durch frei vorstehende Fasern und Fäden unregelmässiger Begrenzung und bestehen meist aus körnig-fädiger Substanz von wechselnder Beschaffenheit, enthalten mitunter derbere Fasergerüste, andere Male neben Fadenwerken grössere oder geringere Mengen dicht und feinkörniger, gegen Druck ziemlich resistenter Substanz. Manche ausgewachsene Massen sind ganz, andere theilweise grün gefärbt, schliessen grüne homogene oder körnige, Chlorophyllkörpern ähnliche Körner ein.

Die Erweichungen gehen von der Cuticula oder der obersten Membranschicht aus, haben bald nur den Durchmesser eines Chlorophyllkorns oder Kerns, bald erstrecken sie sich mit unregelmässiger Begrenzung über ein paar Zellen, bilden flache oder mehr oder weniger nach Aussen prominirende Schichten und bestehen anfänglich ganz aus homogener Substanz. Durch partielle Verdichtung der letzteren kommt es bald nur zur Bildung eines glänzenden, faserigen, mitunter durch eine Reihe Körnchen unterbrochenen Grenzsaums oder einer die erweichte Schicht ganz oder theilweise überziehenden, im Durchschnitt in Form eines faserigen Contours vortretenden Hülle, bald entwickeln sich meist von einer verdichteten Hülle umschlossene Vakuolen oder es differenzirt sich die erweichte Substanz zu weit- oder engmaschigen Netzen deren Maschen homogene oder sehr feine und blass granulirte Substanz einschliessen. Die Netze, wie die homogene Heerdschubstanz besitzen sehr häufig eine licht oder dunkler braune, seltener eine grüne Färbung.

Die Chlorophyllkörper und die ihnen nach Färbung und Beschaffenheit ähnlichen Bildungen in den Membranen von Pflanzenzellen, wie sie von mir bei Pelargonium und früher in den Membranen der Zellen anderer Pflanzen gefunden wurden, haben einen verschiedenen Ursprung.

In den durch Abscheidung von Cellulose solid gewordenen Intercellularräumen des Collenchyms der hypokotylen Stengelglie-

der junger *Ricinus* spflanzen ¹⁾ sind neben körnig-fädigem Protoplasma auch Chlorophyllkörper enthalten, die auch dann noch deutlich vortreten, wenn innerhalb der Cellulose die Körnchen und Fäden des Protoplasma bereits sehr undeutlich geworden oder ganz verschwunden sind. Die in den Wandungen der Epidermis- und Mesophyllzellen der Blätter von *Rhododendron* und in den Aussen- und Seitenwandungen der Epidermiszellen der Blätter von *Dracaena* ²⁾ von mir wahrgenommenen Chlorophyllkörper machen den Eindruck, als seien sie in die Membranen eingesprengt, sind aber sehr wahrscheinlich in der gleichen Weise als Einschlüsse des Protoplasma aufzufassen, die nach Abscheidung der Cellulose noch scharf vortreten und deren Vorkommen hier natürlich sehr überraschen und befremden muss, wenn man die Membran als ein Absonderungsprodukt der Zelle auffasst. Schon die ersten darüber an den Wandungen der Epidermiszellen von *Rhododendron* gemachten Befunde veranlassten mich, diese Ansicht als eine nicht wahrscheinliche zu bezeichnen; es schien vielmehr nach denselben, „als sei die Membran nicht als eine accessorische, vom Protoplasma abgeschiedene Hülle der Zelle aufzufassen, sondern als Protoplasma, welches durch Dichter- und Festerwerden der flüssigen, die Netze einschliessenden Substanz ein nahezu oder ganz homogenes Aussehen wie eine veränderte chemische und physikalische Beschaffenheit erhalten hat, und dafür spricht auch das hie und da beobachtete Vorkommen von Chlorophyllkörpern und von gefärbten Netztheilen, nicht nur in den Lücken, sondern auch in der Substanz der Scheidewände, in die sie wie eingesprengt erscheinen, und ebenso der ziemlich häufig zu beobachtende Uebergang von homogenen Membranabschnitten in solche, in denen Fäden und Knotenpunkte noch unterschieden werden können und in denen der Zusammenhang der letzteren mit Theilen der angrenzenden intracellulären Netze sich noch nachweisen lässt.“

In der Cuticula der Epidermiszellen von *Dracaena* ³⁾ finden sich, vereinzelt oder gruppenweise eingestreut, auch gelbe, gelbgrüne oder grüne Körnchen, homogene oder körnige Körner von der gleichen Färbung, die den doppelten bis dreifachen Durch-

¹⁾ Zur Lehre von der Bildung der Membran der Pflanzenzellen. Jen. Zeitschrift f. Naturw. Bd. 17.

²⁾ Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen. S. 10, 11, 13, 15 und 16.

³⁾ Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thier. und pflanzl. Zellen. S. 326.

messer eines Kernkörperchens der Epidermiszellen erreichen und grössere gelbgrüne oder grüne, homogene, körnige oder körnig-kurzfädige Körper, die zum Theil nach Form, Grösse, Beschaffenheit und Färbung eine auffallende Aehnlichkeit mit Chlorophyllkörpern besitzen, zum Theil aber unregelmässig geformt sind und die letzteren auch an Grösse beträchtlich übertreffen. Ein Theil dieser, der Cuticula angehörigen, gefärbten Bildungen lässt sich wohl ebenfalls als bei der Membranbildung in der gleichen Form im Protoplasma präexistirend auffassen, andere dagegen und namentlich die umfangreicheren, an Durchschnitten in Form von mehr oder weniger stark prominirenden Auftreibungen der Cuticula vortretenden sind vielleicht erst nachträglich entstanden, da sie den in veränderten Abschnitten der Cuticula von Pelargonium enthaltenen, wie den ganz grün gefärbten Auswachsungen und Verdickungen der Cuticula ganz gleichen. Es finden sich in der Cuticula von Pelargonium grün gefärbte Theile in Form von runden oder ovalen Körnern, von vereinzelt oder gruppenweise auftretenden Körnchen, als knoten-, platten- oder schollenartige Verdickungen, die den Durchmesser eines Chlorophyllkorns oder Kerns erreichen, in Form von vereinzelt oder in grösserer Zahl auftretenden faserigen Auswachsungen und von knotigen Auftreibungen, die den Enden ausgewachsener, sonst ungefärbter Fasern aufsitzen. Ausserdem waren kleinere und grössere faserige umschriebene Prominenzen ganz oder theilweise gefärbt und mitunter zeigten auch netzförmig differenzirte Erweichungsschichten eine grüne Färbung. Manche der grünen Verdickungen der Cuticula wie der in Prominenzen eingeschlossenen grünen Körper gleichen nach Form, Grösse und nach ihrer morphologischen Beschaffenheit ganz Chlorophyllkörpern, so dass man dieselben, falls sie sich innerhalb der Zellen fänden, ohne Bedenken für Chlorophyllkörper ansehen würde. Es braucht kaum ausdrücklich hervorgehoben zu werden, dass sich aus dem Nachweis des Vorkommens von Chlorophyllkörpern als Einschlüsse der Membranen und von ihnen ganz ähnlichen aber neugebildeten, theils kleineren, theils grösseren und häufig unregelmässig geformten Körpern innerhalb veränderter Abschnitte der Cuticula, keine Folgerungen über ihre funktionelle Bedeutung ableiten lassen.

Den geschilderten ganz ähnliche aber viel weniger verbreitete Veränderungen fand ich an noch in der Kapsel befindlichen, also vor äusseren Einwirkungen relativ geschützten Baumwollenfasern. Der peripheren Schicht derselben haften einzeln oder

truppweise grüne Körnchen und Fäden, wie homogene und glänzende oder granulierte grüne Körner an, ebenso grüne, flache, homogene oder undeutlich granulierte Schollen, welche den Umfang eines grossen Kerns erreichten; ziemlich häufig wurde ferner die Oberfläche der Faser eingenommen von mehr oder minder mächtigen, zum Theil nach Aussen stark prominirenden, mitunter dunkelbraune Körnchen einschliessenden Schichten körniger, körnigfädiger oder genetzter Substanz und vereinzelt fanden sich knotige, knospige, homogene oder nur einzelne braune Körnchen einschliessende Prominenzen und isolierte faserige Auswachsungen. Die veränderten Abschnitte der Fasern hafteten der unterliegenden Substanz innig an und liessen sich durch Druck auf das Deckgläschen und Strömungen der Zusatzflüssigkeit nicht ablösen. Manche Fasern zeigten eine ganze Anzahl veränderter Abschnitte, während zahlreiche andere deren überhaupt keine aufwiesen.

Ich habe die von den Membranen ausgehenden, an Durchschnitten frei vorragenden Fäden und Fasern, wie die warzen- oder papillenförmigen Prominenzen der Membranen als *Auswachsungen* derselben bezeichnet, was die Annahme einschliesst, dass die neugebildeten Theile nicht bloss Cellulose, sondern auch lebende Substanz enthalten. Gegen diese Auffassung liesse sich zunächst einwenden, dass möglicherweise die scheinbaren Auswachsungen nur die Reste einer ursprünglich flüssigen Abscheidung darstellen, die Anfangs homogen, sich nachträglich faserig differenzirt hat und dass die zwischen den geformten Theilen übrig gebliebene Substanz eine zu geringe Dichtigkeit besitzt, um wahrgenommen werden zu können. Dagegen ist zu bemerken, dass sowohl an einzeln stehenden Fäden und Fasern als an solchen, die nur Theile einer umfangreicheren Prominenz bilden, sich nachweisen lässt, dass sie in der Membran wurzeln, was in überzeugendster Weise an einzeln stehenden längeren und derberen Fasern vortritt, die bei Druck auf das Deckgläschen hin und her flottiren, ohne sich von ihrem Insertionspunkt abzulösen, während fortgeschwemmte Partikel des Zellinhalts vorbeitreiben. Solche einzeln frei vorstehende Fasern erheben sich aber nicht nur von der Cuticula, sondern sitzen auch der Oberfläche mancher warzen- oder papillenförmiger Gebilde auf, können mithin nicht durch Differenzirung aus einer homogenen Ausscheidung entstanden sein. Der Nachweis, dass die betreffenden Formelemente direkt aus der Cuticula hervorgegangen sind, schliesst aber die Möglichkeit nicht aus, dass sie ausschliesslich aus Cellulose oder einem ver-

wandten Körper bestehen, aber keine protoplasmatischen Theile enthalten. Man könnte sich vorstellen, dass überall, wo von der Cuticula sich Fasern und Fäden vereinzelt oder zur Bildung kompakterer Massen erheben, eng umschriebene Abscheidungen von Cellulose erfolgt sind, dass dieselben unter Nachrücken neu abgesetzter Theile vorgeschoben werden und sich verdichten und dass es auf diese Weise allmählig zur Entwicklung faseriger, von der Cuticula ausgehender Bildungen kommt. Eine derartige Annahme scheint mir dagegen ungenügend zur Erklärung des Umstandes, dass häufig das Innere der Papillen und Warzen bestimmte Strukturverhältnisse zeigt, nicht blos einzelne Fasern, sondern Fasergerüste einschliesst, dass die isolirt von der Cuticula sich erhebenden Fasern nicht selten Verästelungen tragen und dass verästelte wie unverästelte Fäden häufig von der Peripherie der Papillen und Warzen wie von den knotigen Enden isolirt der Cuticula aufsitzender Fasern abgehen. Es bleibt unter diesen Umständen meines Erachtens nur die Annahme, dass es sich nicht um eine rein mechanische Abscheidung handelt, sondern um Bildung neuer, eines selbständigen Wachstums fähiger und lebende Substanz einschliessender Formelemente. Die letzteren werden mitunter durch Chlorzinkjodlösung violett gefärbt, während das Ausbleiben dieser Reaction nicht beweisend für das Fehlen von Cellulose oder eines derselben verwandten Körpers ist. Das wechselnde Verhalten der Auswachsungen zu Essigsäure und Aetzkalisolution scheint dafür zu sprechen, dass ihnen eine etwas verschiedene chemische Constitution zukommt.

Das Auftreten von Erweichungen und Schwellungen der Membran und die Bildung von geformter Substanz aus derselben würde für sich noch nicht auf das Vorhandensein protoplasmatischer lebender Theile in den erweichten Massen schliessen lassen, dagegen wurden an halbflüssigen homogenen Schichten Bewegungserscheinungen und an den geformten Theilen, die sich aus homogener Substanz differenzirt haben, Aenderungen ihrer Form, Abschnürungs- und Theilungsvorgänge, ihre Verflüssigung und ihre Neubildung aus homogener Substanz beobachtet, Vorgänge, die eine auffallende Analogie mit den in lebenden Pflanzenzellen von mir beobachteten darbieten und, wie mir scheint, sich ebenfalls nur auf einen Gehalt der erweichten Membranabschnitte an lebender Substanz beziehen lassen.

Spontan eintretende Aenderungen in der Beschaffenheit von erweichten und geschwellten, homogenen oder netzförmig differenzierten Schichten der Cuticula oder Membran.

Bei einer 5 Minuten bis eine Viertelstunde lang fortgesetzten Beobachtung wurde das Auftreten von Veränderungen sowohl an homogenen Erweichungsschichten als an Netzlamellen und Netzschichten beobachtet. Als Zusatzflüssigkeit dienten 1-proc. Zuckerlösung und Quittenschleim.

1) **Homogene Erweichungsschichten.** Die glänzenden, derben, in Form von Fasern oder Leisten auftretenden Contouren verändern häufig ihre Form oder verblassen und schwinden in grösserer oder geringerer Ausdehnung und können andererseits an Stellen auftreten, wo sie vorher fehlten, wo an ihrer Stelle ein sehr zarter, blasser Contour vorhanden war oder wo ein solcher überhaupt fehlte, die erweichte Schicht ganz verwaschen und ohne alle deutliche Begrenzung auslief. Es zeigt sich ferner, dass die glänzenden Contouren gar nicht immer die Grenze der erweichten Schichten bezeichnen, da sie zusammenrücken und damit den Anschein hervorrufen können, als ob die letzteren sich verschmälerten oder verkürzten, während sie andere Male sich verlängern und auf benachbarte Membranabschnitte übergreifen, an welchen sich vorher (bei der Flächenansicht) das Vorhandensein einer erweichten Schicht der Cuticula überhaupt nicht constatiren liess. Mitunter sondert sich durch Abschnürungen eine einzige Schicht in 2 oder 3, die weiteren Veränderungen unterliegen können, und es kann nach oder ohne vorausgegangene Abschnürungsvorgänge eine ausgedehnte, z. B. an den Haaren sich über 2 Glieder erstreckende Cuticularschicht unter Zusammenrücken ihrer glänzenden Contouren bis auf einen verhältnissmässig geringen, glänzend kontourirten oder in seiner ganzen Ausdehnung matt glänzenden Rest scheinbar schwinden. Während die glänzenden Contouren Aenderungen in ihrer Form und Ausdehnung erfahren nimmt mitunter das vorher homogene von ihnen begrenzte Plasma ein blass- und feinstreifiges oder fädiges Aussehen an.

Zur Erläuterung mögen die folgenden Beobachtungen dienen.

Eine längliche, von einem glänzenden Contour eingefasste Schicht verflüssigter Membransubstanz eines Haarglieds verkürzt sich scheinbar, indem die Contouren des oberen und unteren Umfangs sich näher rücken. Dann schwindet der Contour in der ersten Hälfte seines Umfangs und wird bald darauf auch in der

anderen Hälfte undeutlich, während gleichzeitig die vorher homogene Substanz der erweichten Substanz ein feinfädiges, schraffirtes Aussehen erhält.

Eine $\frac{2}{3}$ der Länge des Mittelgliedes eines Haares in Form eines breiten Bandes überziehende und auf das Basalglied übergreifende Erweichungsschicht besitzt auf der einen Seite einen derben und glänzenden, auf der anderen einen sehr zarten, blassen, mit zahlreichen feinen, zackigen Fortsätzen versehenen Contour. Unter Schwinden der Zacken vervollständigt sich der derbe, glänzende Contour und umschliesst die Schicht vollständig, die sich dann anscheinend rasch verschmälert, indem die beiden, ihre langen Seiten einfassenden Contouren dicht aneinander rücken. Gleichzeitig schnürt sich vom oberen Umfang der Erweichungsschicht eine glänzend contourirte rundliche Portion ab. Darauf verkürzt sich das sehr verschmälerte Band rasch bis auf die Hälfte, dann im Verlaufe einiger Minuten bis auf $\frac{1}{3}$ seiner Länge, ohne dass die Dicke seiner glänzenden Contouren zunimmt. Bei genauer Prüfung des ursprünglichen Umfangs der Erweichungsschicht zeigte sich, dass die glänzenden Contouren zwar vorrücken, ihre Form und Ausdehnung ändern können, dass dagegen die Grenzen der ersteren die anfänglichen geblieben, aber bei ihrer Zartheit nur sehr schwer zu unterscheiden sind. Längs eines Theils der Grenzlinie war an Stelle der glänzenden Contouren ein schmaler Streif sehr feiner, blasser, netzförmig verbundener Fäden getreten.

Aehnliche Vorgänge sind in Fig. 37 *a—c* abgebildet. Die Contouren der langgestreckten, 2 Haarglieder überziehenden und in ihrem ganzen Umfang derb und glänzend contourirten Erweichungsschicht, Fig. 37 *a*, verkürzen sich vom oberen Ende her, während links der Contour etwas weiter nach abwärts rückt. Dann schwindet der Contour rechts in seiner grössten Ausdehnung, wie am unteren Umfang und bekommt links eine weite Lücke (*b*); er vervollständigt sich zwar links wie rechts wieder unter Zurücklassung kleinerer Lücken, zeigt aber grosse Unregelmässigkeiten seiner Form, Ausbuchtungen und Einziehungen (*c*). In *b* und *c* hat die erst homogene Substanz der erweichten Schicht ein sehr zartes, fein gestricheltes Aussehen erhalten.

2) Netzlamellen und Netzschichten. Die Veränderungen derselben betreffen bald nur einzelne Septen oder einzelne Knotenpunkte und Fäden, bald erhalten ganze Netzabschnitte ein verändertes Aussehen. An einzelnen Septen wurden Ein- und Ausbiegungen der an ihrer Bildung beteiligten Fäden beobach-

tet, Verdickungen derselben wie der Knotenpunkte, Abschnürungsvorgänge, die bald nur an wenigen Stellen, bald in grösserer Ausdehnung auftreten, zur Auslösung verzweigter Reiser aus den Netzen oder zum Zerfall der Fäden zu einzelnen Körnchen führen, ferner ein bald allmählig, bald sehr rasch sich vollziehendes Verblässen und Schwinden ganzer Septen. Hie und da kommt es zum Vorsprossen neuer Fäden aus derberen Knotenpunkten und zur Umbildung kleiner Netzabschnitte, indem an Stelle engmaschiger Septen sich solche mit weiteren Maschen oder an Stelle von weitmaschigen sich engmaschigere entwickeln. Die Bewegungserscheinungen treten am auffallendsten hervor an grösseren Septen und an Vakuolen, die am Umfang von Netzschichten der Köpfechen ziemlich häufig im Durchschnitt in Form scharf gezeichneter Halbringe frei nach Aussen prominiren. Dieselben ziehen sich bald ruckweise und so rasch zusammen, dass es schlechterdings unmöglich ist, der Bewegung zu folgen, bald langsamer, der Anfangs halbkreisförmige Contour flacht sich mehr und mehr ab und legt sich schliesslich, unter völligem Schwund der Lichtung den angrenzenden, unterliegenden Netzfäden dicht an oder bildet sich zu einem homogenen Buckel zurück¹⁾. Bezüglich der Häufigkeit des Eintritts dieser Vorgänge zeigten die betreffenden Membranabschnitte ein sehr wechselndes Verhalten. Mitunter sind dieselben schon sehr bald nach Anfertigung des Präparats, andere Male erst nach Verlauf einer Viertelstunde an vereinzelt Septen oder an einer grösseren Zahl derselben wahrnehmbar, oder es bleiben merkliche Veränderungen, wie auch an den homogenen erweichten Schichten, ganz aus.

Die folgenden Aufzeichnungen mögen zur Erläuterung des Gesagten dienen.

Nach $\frac{1}{4}$ stündiger Beobachtung einer Netzlamelle entsteht aus mehreren mittelgrossen Septen ein einziges, grosses, gestrecktes Septum und zwar so rasch, dass sich nicht feststellen liess, welche Veränderungen dabei die vorher vorhandenen Septen erfahren haben. Das neugebildete grosse Septum theilt sich dann plötzlich und aus den Theilstücken entstehen 2 neue Septen, von de-

¹⁾ Die rasch eintretenden Contractionen erinnern an die von FRANCIS DARWIN (Quart. Journal of microscop. science Vol. XVII) an Fäden beobachteten Contractionen, welche nach ihm aus dem Inhalt der Köpfechen der Drüsenhaare von *Dipsacus silvestris* frei nach Aussen vortreten.

nen das eine sich wieder theilt, während das andere seine Form verändert und eine einseitige, rundliche Ausbuchtung erhält.

In einer Netzschicht schwindet plötzlich ein Septum, ohne dass sich an seiner Stelle weiterhin neue Formelemente entwickeln. Aus einigen engmaschigen Septen entstehen weitmaschigere und während der ferneren Beobachtung ändert sich der ganze Charakter der Netze, indem an Stelle von Septen mit mittlerer Maschenweite sich vorwiegend engmaschige entwickeln, deren Fäden sich zum Theil nachträglich verdicken.

Ein derber Netzknoten und ein mit demselben zusammenhängendes, weitmaschiges Septum verdicken sich etwas, verblassen und sondern sich theilweise zu derben Körnchen. Aus einigen kleineren Septen sind grössere, unregelmässig geformte hervorgegangen und hie und da ist es zu Abschnürungen und zum Auftreten von Lücken in den Septen gekommen.

In einer anderen Netzschicht schnüren sich hie und da Fäden von ihren Knotenpunkten ab, aus einzelnen Knoten sprossen neue Fäden vor, geöffnete Maschen schliessen sich wieder und einzelne Septen und Knotenpunkte verdicken sich.

Die unter sich gleich bleibenden Versuchsbedingungen und bei Anwendung einer indifferenten Zusatzflüssigkeit an Theilen der Netze wahrgenommenen Bewegungserscheinungen und Abschnürungsvorgänge, das Vorsprossen neuer Fäden aus Knotenpunkten, wie die Umbildungen der Septen von Netzabschnitten entsprechen genau den früher von mir an den Netzen in Zellen mit strömendem Plasma wahrgenommenen Vorgängen, es entsprechen somit die aus der verflüssigten Substanz der Cuticula oder Membran hervorgegangenen Formelemente nicht blos morphologisch, sondern — die Netze wenigstens — auch bezüglich ihres physiologischen Verhaltens den Formelementen des intracellulären Plasmas und es lässt sich meines Erachtens demnach nicht wohl bezweifeln, dass sie lebende Substanz enthalten. Das gleiche gilt aber auch von den homogenen Erweichungsschichten, da die Aenderungen in der Form und Beschaffenheit der Kontouren, das Auftreten glänzender Kontouren an Stelle zarter, wie das Schwinden der glänzenden und ebenso der Eintritt von Abschnürungsvorgängen sich nicht wohl anders auffassen lassen. Eher könnte eingewendet werden, dass die wahrgenommenen Vorgänge zwar wohl als Lebenserscheinungen zu betrachten seien, dass dieselben aber gerade so wie sie vortreten nur unter dem Einfluss der besonderen Bedingungen zu

Stande gekommen seien, unter welche die Theile versetzt worden sind. Es wurden desshalb Oberhautlamellen unter Mohnöl untersucht, aber auch dann ähnliche Vorgänge beobachtet, wie nach Zusatz der Zuckerlösung.

In homogenen Schichten cutikularen Plasmas schwinden vorhandene Vakuolen, Unebenheiten der Contouren werden ausgeglichen, es kommt zu Abschnürungsvorgängen, zu vorübergehenden partiellen Verdichtungen der homogenen Substanz und zum Verblassen ganzer Erweichungsschichten, wenn dieselben vorher ein etwas glänzendes Aussehen besessen hatten. Manche der Erweichungsschichten veränderten dagegen während einer halbstündigen Beobachtungsdauer ihre Beschaffenheit gar nicht. An Netzlamellen wurden Form- und Grössenveränderungen einzelner Septen, das Verschmelzen von Fäden zu derberen Bälkchen, das Verschmelzen der Fäden benachbarter Septen und der Septen kleiner Maschengruppen mit der in den Maschen befindlichen Substanz zur Bildung homogener Schichten beobachtet, ferner Abschnürungsvorgänge an den Fäden, das Verblassen und Schwinden derselben oder ihre Sonderung zu Körnchen oder zu kurzen Fadenstücken, während aus vorher undeutlich granulirter Substanz sich engmaschige, scharf gezeichnete Netze entwickelten, so dass die Architektur ganzer Netzabschnitte sich im Verlaufe $\frac{1}{4}$ Stunde vollständig änderte.

An Präparaten, die in durch Methylgrün gefärbter 1 proc. Zuckerlösung kurze Zeit gelegen hatten, vollzogen sich an manchen der gefärbten, genetzten oder von Vakuolen durchsetzten Erweichungsschichten ganz dieselben Veränderungen, welche an nicht gefärbten beobachtet worden waren. Sie wurden dadurch noch auffallender, dass durch Methylgrün der Vakuolen- und Mascheninhalt nicht gefärbt wird und konnten bald $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde lang an derselben genetzten oder vakuolisirten Schicht beobachtet werden, bald erloschen sie schon bald nach Anfang der Beobachtung, während andere Male die betreffenden Membranabschnitte sich überhaupt nicht veränderten. In einer theils genetzten, theils von Vakuolen durchsetzten Erweichungsschicht entstanden im Verlaufe $\frac{1}{2}$ Stunde successive erst kleinere und grössere Lücken in einzelnen Maschensepten, gleichmässige oder umschriebene knotige Verdickungen einzelner Septen, einzelne kleine Vakuolen und Septen vergrösserten sich, an Stelle anderer entwickelte sich homogene Substanz, die sich dann wieder netzförmig differenzirte.

Es schien, als ob die unter Oel untersuchten und die durch

Methylgrün gefärbten Schichten erweichter und genetzter Cutikularsubstanz seltener sich in der bezeichneten Weise veränderten als ungefärbte und unter Anwendung der Zuckertlösung untersuchte. Da aber auch im letzteren Falle die Veränderungen keineswegs constant eintraten, lässt sich darüber nichts Bestimmtes aussagen.

Die grosse Mächtigkeit, welche die erweichten Membranschichten häufig erreichen, setzt voraus, dass durch ein System feiner, nur zum geringsten Theil durch die optischen Hilfsmittel nachweisbarer Spalten plasmatische Flüssigkeit in die Membranen eindringt und das Material für die stickstoffhaltigen und stickstofffreien Theile der erweichten und geschwellten Schichten liefert. Haben dieselben einmal eine gewisse Mächtigkeit erreicht, so machen sie nicht mehr den Eindruck einfacher Schwellungen, sondern wegen ihrer Massenhaftigkeit den von Sekretionsprodukten.

Veränderungen homogener und genetzter Schichten der erweichten und geschwellten Cuticula oder Membran unter dem Einfluss von Inductionsströmen.

Leitet man Inductionsströme bei 50 — 60 Mm. Rollenabstand durch das Präparat, so entwickeln sich in den homogenen wie in den genetzten erweichten Schichten mitunter Veränderungen, die ihrer Art nach zum Theil ganz denen entsprechen, welche schon spontan, d. h. ohne nachweisbare Veranlassung entstehen.

1) Homogene Erweichungsschichten. Sehr häufig treten in denselben, auch bei bis 5 Minuten lang fortgesetztem Einleiten der Ströme keine Veränderungen ein, andere Male genügt dagegen schon ein momentanes einmaliges oder ein Paar Mal wiederholtes Einleiten, um die lebhaftesten Bewegungen und Formveränderungen hervorzurufen. Es werden Buckel, gestielte und kolbenförmige Fortsätze gebildet und zum Theil wieder eingezogen, zum Theil abgeschnürt, bandartige Fortsätze verschmälern sich zu einem Strang, der sich ruckweise und ausserordentlich schnell zusammenzieht und mit der Hauptmasse verschmilzt und häufig verändern auch die ganzen, von glänzenden Contouren eingefassten Felder erweichter Cutikularsubstanz ihre Form und die Länge ihrer Durchmesser. Gleichzeitig ändern häufig die Contouren ihre Beschaffenheit, glänzende Contouren verdicken sich oder schwinden oder treten an Stelle sehr zarter und blasser Contouren auf. Innerhalb der erweichten Substanz kommt es mitunter zur Bildung von Vakuolen oder zu einer Sonderung der ersteren zu helleren

und dunkleren Portionen, ausserdem, wenn hie und da Gruppen von Körnchen eingestreut waren, zum Verschmelzen derselben und zur Bildung von Fäden, Fadenringen und kleinen Knoten.

Die Deutung der an den homogenen Erweichungsschichten wahrgenommenen Vorgänge unterliegt deshalb Schwierigkeiten, weil sie meist sehr rasch ablaufen und sich im Voraus nicht angeben lässt, von welcher Stelle aus und in welcher Weise sie sich entwickeln werden. Man wird deshalb durch dieselben auch dann überrascht, wenn man auf ihren Eintritt gewartet hat. In den einfachsten Fällen handelt es sich um Bildung glänzender Contouren an Stelle von sehr blassen und zarten oder um Verschwinden der glänzenden Contouren und um Auftreten zarter, also um Bildung einer stärker brechenden, dichteren, faserförmigen Grenzschicht oder um Bildung weniger dichter, schwächer brechender Substanz aus einer solchen. An einer und derselben Erweichungsschicht können so an wechselnden Stellen ihrer Peripherie Verdichtungen entstehen und wieder schwinden, ohne dass die Ausdehnung und Form der ganzen Schicht, abgesehen von hie und da eintretenden Unregelmässigkeiten der Contouren, Einziehungen und Ausbuchtungen derselben, eine erhebliche Aenderung erführe. Ihre nicht selten zu beobachtende Grössenzunahme ist nur eine scheinbare, wenn sie in ihrer ganzen Ausdehnung Anfangs nicht begrenzt werden konnte, sondern erst mit weiterem Ausgreifen der glänzenden Contouren auf Abschnitte, die sich nicht begrenzen liessen oder nur sehr zart kontourirt waren. Sehr häufig dagegen scheint es, als ob glänzend contourirte Schichten sich verkleinerten; die Contouren rücken von 2 gegenüberliegenden Seiten oder im ganzen Umfang der Schicht rasch zusammen und die von ihnen dann noch umgrenzte Schicht repräsentirt häufig nur einen geringen Theil ihrer ursprünglichen Ausdehnung, so dass man den Eindruck erhält, als habe sie sich auf ein sehr kleines Volumen zusammengezogen. Das gleichzeitige Statthaben einer Dickenzunahme derselben bei Abnahme der Flächenausdehnung konnte dagegen nur in einzelnen Fällen nachgewiesen werden, meist schien das Zusammenrücken der Contouren auf einer von den Randpartien ausgehenden und nach Art der Wellenbewegung fortschreitenden Verdichtung der Rindenzone der erweichten Schicht zu bestehen, so dass mit Fortschreiten der Verdichtung die unmittelbar vorher verdichteten Partien sich wieder verflüssigen, die Contouren sich nicht, wie es den Anschein hat, zusammenziehen, sondern während des Ablaufs des ganzen Vorgangs fortwährend neu bilden. Der

letztere erfolgt dann an sich ganz in der nämlichen Weise wie in den Fällen, wo der Wechsel in der Dichtigkeit der Erweichungsschicht auf ihre Randzone beschränkt ist, nur dass er von der letzteren aus nach Innen weiter schreitend, einen grösseren oder geringeren Theil der ganzen Rinde der Erweichungsschicht successive betheiligt. Auf ähnlichen Vorgängen beruht wahrscheinlich auch der Eintritt von Abschnürungen.

Fig. 38 *a* zeigt eine ähnliche Schicht erweichter, geschweller Cuticula, wie Fig. 37 *a*, nur fehlt hier der glänzende Contour am Rande links fast ganz und an seiner Stelle tritt eine sehr blasse, mit feinen, zackigen Fortsätzen versehene Grenzlinie hervor. Dieselbe schwindet sofort nach Einleiten der Ströme und wird durch einen glänzenden Contour ersetzt und durch einen eben solchen die Lücken am unteren Umfang geschlossen, während im Contour rechts ein Paar kleine Lücken neu entstanden sind (*b*). Darauf verkürzt und verschmälert sich die ganze Lamelle und sondert sich in ihrem unteren Abschnitt zu mehreren kleinen Portionen (*c*), die ihre glänzenden Contouren verlieren und schwinden, während die obere Portion sich bis auf den Rest in *d* verkleinert. Dem Anschein nach war bis auf den letzteren die ganze in *a* sichtbare Lamelle geschwunden, da ihre Grenzen in der ursprünglichen Ausdehnung sich nirgends mehr feststellen liessen.

Der links glänzende Contour der Lamelle, Fig. 39 *a*, verlängerte sich zunächst spontan unter Aenderung seiner Form (*b*); auf Einleiten der Ströme dehnt er sich noch weiter nach abwärts aus und endet mit einem kleinen kegelförmigen Fortsatz (*c*). Darauf schwand der Contour an 2 Stellen unter Hinterlassung ziemlich weiter Lücken (*d*). An der ganzen rechten Seite der Lamelle fehlte jede deutliche Begrenzung.

Die Scholle erweichter Substanz der Membran eines Köpfchens, Fig. 40 *a*, besitzt am Umfang rechts einen glänzenden Contour, während derselbe links sehr zart und blass ist. Während der Beobachtung wird derselbe auch links, bis auf ein kleines Stück am unteren Umfang, derb und glänzend (*b*). Nachdem im Verlaufe einer Viertelstunde keine weiteren Veränderungen eingetreten waren, schwand nach Einleiten der Ströme der Doppelcontour sofort bis auf den unteren Abschnitt des rechten Randes (*c*), wurde in dieser Ausdehnung derber, bog sich dann von seinen Enden her ein und schloss sich unter Hinterlassung eines kleinen rundlichen, mattglänzenden Körpers zusammen, der nach der Mitte der Scholle vorrückt und sich hier noch weiter verkleinert,

während sich gleichzeitig aus der blassen Substanz der Scholle ein Paar Gruppen derber, blasser Körnchen differenziren. Der ganze Vorgang vollzog sich so rasch, dass es kaum möglich war, seinen Ablauf zu verfolgen.

Fig. 41. Bei *a* eine homogene, braune, umfangreiche Schicht Cutikularplasma vom Mittelglied eines Haars. Dieselbe wird im grössten Theil ihres Umfangs durch einen derben, glänzenden Contour begrenzt und schliesst ein Paar Körnchen und kurze Fäserchen ein. Nach 5 Minuten langer Einwirkung der Ströme ändert sich die Form und Vertheilung der Einschlüsse und es entstehen ein Paar fädige Ringe.

Da die beschriebenen Vorgänge nicht constant nach Einwirkung der Ströme und in ganz ähnlicher Weise schon spontan eintreten, lässt sich ihr Eintritt nach Einwirkung der Ströme nicht mit Sicherheit als eine Folge der letzteren auffassen, obschon dies wenigstens in den Fällen wahrscheinlich erscheint, wo die Veränderungen sofort nach Einleiten der Ströme und mit Lebhaftigkeit eintreten. Der Wechsel in der Beschaffenheit der Contouren, ihr Glänzendwerden und Verblässen, das Näheraneinanderrücken glänzender Contouren, ihr Ausgreifen auf Membranabschnitte, an denen vorher (bei Flächenansichten) überhaupt keine oder nur sehr zarte Contouren sichtbar waren, überraschen bei der grossen Schnelligkeit, mit welcher sie sich vollziehen, noch mehr als bei ihrem spontanen Eintreten.

2) Auch in den Netzschichten bewirken die Ströme nicht constant Veränderungen, die sich entwickelnden sind aber häufig durch die Schnelligkeit ihres Eintritts und Ablaufs ausgezeichnet. Ihrer Art nach entsprechen sie meist den spontan eintretenden, führen aber mitunter zu so tief greifenden Strukturveränderungen ganzer Lamellen und Schichten, dass kein Zweifel darüber bestehen kann, dass sie unter dem Einfluss der Ströme zu Stande gekommen sind.

Die an der Oberfläche von Erweichungsschichten der Köpfchenmembranen häufig nach Aussen, einzeln oder reihenweise prominirenden Maschensepten oder Vakuolen ziehen sich mit Eintritt der Ströme mitunter blitzschnell zusammen, andere Male etwas langsamer, so dass man im Stande ist, der zunehmenden Abflachung der Bögen zu folgen, die dann entweder, ganz wie bei der spontan erfolgten Zusammenziehung, mit den unterliegenden Theilen verschmelzen oder einen kleinen, homogenen, ihnen aufsitzenden Buckel bilden, mitunter aber sich nach der Zusammen-

ziehung zu einzelnen Körnchen und zu kurzen Fäden sondern. Nach Verlauf einer Stunde waren einige Male an Stelle der verschwundenen von Neuem Septenorgetreten, die mit Wiedereinleiten der Ströme abermals zur Contraktion und zum Schwund gebracht wurden.

Innerhalb der Netze wurden Formveränderungen einzelner Septen, Verdickungen von Bruchstücken derselben, Abschnürungsvorgänge unter Bildung von Maschenlücken, die Entstehung neuer Septen aus den Bruchstücken der alten, sowie ein ruckweise erfolgendes Verschmelzen der Septen kleiner Maschengruppen mit der die Maschen ausfüllenden Substanz beobachtet, so dass es zur Bildung homogener Schichten innerhalb der Netze kam. Lappige, genetzte Netzsichten, die durch einen schmalen Stiel mit umfangreicheren Netzsichten verbunden waren, schnürten sich bei Eintritt der Ströme mitunter von den letzteren völlig ab. Hatten die Ströme etwas länger, 1—5 Minuten lang eingewirkt, so erreichen die anfänglich eingetretenen Veränderungen häufig eine grössere Ausdehnung, so dass der Charakter der Netze ein anderer wird oder an Stelle der letzteren reiserförmig verzweigte, zum Theil verdickte Fäden zurückbleiben oder eine homogene Substanz von wechselnd starkem Brechungsvermögen, welche aus der Verschmelzung der Netzfäden mit der die Maschen ausfüllenden Substanz hervorgegangen ist.

Die folgenden Einzelbeobachtungen mögen als Belege des Gesagten dienen.

In einer abgelösten, frei schwimmenden Netzsicht verschmelzen bei Einleiten der Ströme mehrere grosse Septen sofort mit der ihre Maschen ausfüllenden Substanz zu einer homogenen Schicht; in einer anderen, ebenfalls abgelösten Netzsicht werden dagegen erst im Verlaufe einiger Minuten nach Durchleiten der Ströme einzelne weitmaschige Septen derber; während die engmaschigen hie und da mit dem Mascheninhalt zur Bildung homogener Substanz verschmolzen sind, welche noch einige sehr enge Maschen einschliesst.

In einer Netzlamelle sind die Septen der kleineren Maschen breiter und blasser geworden, die verengten Maschen kaum noch zu erkennen, so dass der betreffende Abschnitt ein fast homogenes Aussehen darbietet. Hie und da haben sich Fadenstücke einzelner Septen quergetheilt und die betreffenden Fadenstummel sich verkürzt oder sind ganz mit den zugehörigen Knotenpunkten verschmolzen, so dass an den betreffenden Stellen grössere runde

oder längliche Maschen entstanden sind. Aus verdickten Theilstücken weitmaschiger Septen haben sich einzelne derbere Fadenreiser durch Abschnürungen ausgelöst.

In einer nur durch einen dünnen Stiel mit einem Haar verbundenen Netzsicht werden einzelne Knotenpunkte und Septen dicker und der blasse, homogene Stiel wird schmaler und stärker glänzend.

In einer gleichmässig engmaschigen und feinfädigen Netzsicht treten helle und dunkle Stellen auf. Die dunklen werden dadurch gebildet, dass die Septen sich erst verdicken und dann miteinander und mit der Zwischensubstanz zu einer homogenen Schicht verschmelzen, in der sich nachträglich einzelne Vakuolen bilden. In den hellen Partien sind durch Quertheilungen der Fäden zahlreiche Lücken in den Septen, durch Retraktion der Theilstücke der Fäden grössere Maschen entstanden. Einzelne Septen haben sich zu Körnchenreihen gesondert.

In Fig. 42 sind 2 Köpfchen und ein Haarglied durch Verklebungen seitens verflüssigter Membranschichten bis auf schmale Zwischenräume einander genähert und die sich gegenüber liegenden genetischen Erweichungsschichten durch 3 in einen Knotenpunkt zusammenlaufende Fäden verbunden. Mit Einleiten der Ströme löst sich sofort die Verbindung und die Fäden verkürzen und ziehen sich auf die zugehörige Netzsicht zurück.

Fig. 43. Nach Durchleiten der Ströme durch die Netzlamelle *a* werden die Septen und ihre Knotenpunkte zum grossen Theil derber und verschmelzen untereinander zur Bildung undeutlich begrenzter, knoten- und strangförmiger Gebilde (*b*).

Fig. 44. Während eines 5 Minuten langen Durchtretens von Induktionsströmen durch die Netzlamelle *a* kommt es zu einer Verdickung ihrer Fäden und Knotenpunkte, sie erhalten ein undeutlicheres, verwaschenes Aussehen und verschmelzen schliesslich zur Bildung einer homogenen Schicht (*b*), welche noch einzelne der früheren Maschen als Vakuolen einschliesst.

Fig. 45 *a*. Netzlamelle von einem basalen Haargliede. Mit Eintritt der Ströme verkleinern sich zuerst die grossen Maschen, ihre Septen theilen sich und die Theilstücke gehen neue Verbindungen ein; dann kommt es unter Undeutlichwerden und Verschwinden der Maschen zur Bildung homogener, zu einer grösseren homogenen Masse verschmelzender Schichten, in welcher dichtere, platten- oder strangförmige Partien, eine Anzahl Vakuolen und Gruppen von Körnchen eingelagert sind (*b*). Der so entstan-

dene Körper wurde im grössten Theil seines Umfangs durch eine schmale Netzschicht und nur rechts durch reiserförmig verzweigte Fäden eingefasst. Der Ablauf der Veränderungen erfolgte innerhalb weniger Minuten.

Die durch elektrische Reizung an den homogenen und an den getzten Erweichungsschichten bewirkten Veränderungen tragen nach dem Mitgetheilten ganz denselben Charakter wie die sich spontan entwickelnden und unterscheiden sich von den letzteren nur durch die grössere Schnelligkeit, mit welcher sie häufig ablaufen und an Netzschichten durch die grössere Anzahl der beteiligten Septen. Spontan wie nach Einleiten der Ströme kommt es sowohl zur Verflüssigung dichter, stärker brechender Theile, der Fäden, Knoten und Körnchen als zur Bildung derselben aus schwächer brechender, homogener Substanz, wie dies am überraschendsten an den homogenen Schichten verflüssigter Membransubstanz vortritt, deren stark glänzende faserförmige Grenzleisten sich häufig sehr rasch in schwach brechende Substanz umwandeln und schwinden, während sie aus der letzteren an Stellen der Peripherie sich entwickeln, wo sie vorher fehlten. Ausser der Bildung geformter Substanz aus ungeformter und der Verflüssigung geformter Theile wurden Abschnürungsvorgänge, Verschmelzungen von Fäden und Contraktionen von Septen oder der Wandung von Vakuolen beobachtet, welche letzteren durch die Schnelligkeit, mit welcher sie mitunter erfolgten, sehr überraschten. An ein Bersten von Vakuolen infolge der Aufnahme wässeriger Flüssigkeit ist dabei nicht zu denken, weil sich in gleicher Weise einzelne Fäden rasch zurückziehen und knopfartige Verdickungen an den zugehörigen Knotenpunkten bilden und weil in Fällen, wo es sich um Contraktion einzelner Maschensepten, also um einen ganz analogen Vorgang handelt, mitunter nach einiger Zeit sich von Neuem Septen an Stelle der geschwundenen entwickeln. Ausserdem wurden auch isolirte, halbkugelförmige, dem Umfang der Köpfchen aufsitzende Körper beobachtet, die nur an ihren basalen Abschnitten eine Hülle besaßen, während im Bereiche ihres Scheitels ihr blasser, äusserst zart kontourirter Inhalt frei zu Tage trat. Auch bei einige Zeit fortgesetzter Beobachtung änderte sich die Form und Grösse des ganzen Gebildes nicht im Geringsten, es konnte also eine irgend erhebliche Quellung infolge einer Aufnahme von Zusatzflüssigkeit nicht eingetreten sein. Wie die Contraktionen, so kann ich auch die übrigen Veränderungen, die beim Einleiten der Ströme zu Stande kommen, so weit sie überhaupt

durch die letzteren hervorgerufen werden, nur als Reizungserscheinungen auffassen, da sie qualitativ den spontan entstehenden entsprechen und wie diese zum Theil auf Differenzirung geformter Theile aus homogener Substanz und auf Bildung homogener Substanz unter Verflüssigung geformter Theile, also auf Vorgängen entgegengesetzter Natur beruhen, die sich neben- wie nacheinander vollziehen und nicht als eine Folge elektrolytischer Prozesse angesehen werden können. In ganz analoger Weise wie hier an plasmatischen, erweichten Membranschichten erfahren, wie ich früher geschildert ¹⁾, die geformten Theile im Innern der Köpfchen nach Einwirkung der Ströme Veränderungen, die den spontan entstehenden (Aenderungen der Form, Grösse und Beschaffenheit der Körner, Theilungsvorgänge, Verschmelzen zu grösseren homogenen, fein granulirten Massen, aus denen sich nachträglich Fadennetze oder derbere Gerüste entwickeln), ganz entsprechen und sich nur rascher als die letzteren vollziehen.

Die mitgetheilten Befunde enthalten eine Bestätigung der früher von mir über die elementaren Strukturverhältnisse von Pflanzenzellen, über die Beschaffenheit der Membranen, ihre protoplasmatischen Einschlüsse und ihre Beziehungen zum wandständigen Protoplasma gemachten Angaben. Ich komme auf dieselben, soweit sie neuerdings bestritten oder in Zweifel gezogen worden sind, sowie auf einige der an thierischen Zellen gemachten, ein allgemeineres Interesse darbietenden Beobachtungen im Folgenden kurz zurück.

In Nr. 29 des botanischen Centralblatts, Jahrgang 1884, findet sich ein Referat von SCHIMPER über meine „Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thierischer und pflanzlicher Zellen“. Derselbe versichert, dass es ihm bei sorgfältigem Durchstudiren des ersten, den thierischen Zellen gewidmeten Abschnitts ²⁾ nicht möglich gewesen sei, irgend welche

¹⁾ Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thierischer und pflanzlicher Zellen. Jena 1884. S. 269.

²⁾ In Nr. 2 der Deutschen Literaturzeitung macht mir EIMER in Betreff dieses Abschnitts den Vorwurf einer durchaus unnöthigen, ausführlichen Einzelbeschreibung. Da es sich dabei um Ermittlung von Strukturverhältnissen der Zellen und um Lebensvorgänge in denselben handelt, deren Nachweis theils ganz neu ist, theils bestritten wird, war eine ausführliche Beschreibung der Einzelheiten meines Erachtens geboten, da sie als Beleg für die gewonnenen Resultate

für die Zellenlehre im Allgemeinen interessante Beobachtung, irgend einen neuen Gesichtspunkt ausfindig zu machen, so dass eine Besprechung des ersten Theils für den Botaniker ganz ohne Interesse sein würde.

Von allgemeinerem Interesse für die Zellenlehre sind zunächst die in den Krebsblutkörpern des entleerten Bluts ablaufenden Vorgänge. Dass aus der blassen, homogenen oder fein und dicht granulirten Kernanlage sich ein glänzender Kern mit relativ derber Hülle und derben Stromatheilen entwickelt, war aus den früheren Untersuchungen von HEITZMANN und mir bekannt, dagegen ist von mir der weitere und sehr wichtige Nachweis geliefert worden, dass die verflüssigte Substanz der Körner und Körnchen, welche in mehr oder minder mächtiger Schicht die Kernanlage umschliessen, sich mitunter nur zum Theil mit dem Hyaloplasma vermischt, zum Theil dagegen sich an der Bildung des Kerns betheiliget. Diese Betheiligung kommt entweder durch direktes Verschmelzen von Körnern und Körnchen zur Bildung der Kernhülle oder auch peripherer Stromatheile zu Stande, oder dadurch, dass aus den die Kernanlage unmittelbar umschliessenden und sich verflüssigenden Körnern und Körnchen zunächst ein Kernplasma entsteht, das mit der Kernanlage verschmilzt, und

dienen muss. Auf den weiteren Vorwurf, dass Wesentliches nicht vor Unwesentlichem hervorgehoben und die gewonnenen Ergebnisse nicht zusammengefasst seien, bemerke ich, dass nicht immer die letzteren sich in ein Paar Worten abschliessend zusammenfassen lassen und dass Befunde von Einzeluntersuchungen, deren Wiedergabe nur eine Seite oder ein Paar Seiten beansprucht, kaum einer kurzen Rekapitulation bedürfen. Dagegen findet sich eine Zusammenfassung der Ergebnisse in Betreff der an den Krebsblutkörpern während der Beobachtung sich vollziehenden Veränderungen S. 39 und im Folgenden eine Besprechung dieser Ergebnisse, während in Betreff der Wirkung von Wasser, Alkohol, Pikrokarmen, Säuren, Salzen und Zucker auf Krebsblutkörper die Ergebnisse auf S. 73, 77, 79, 84, 108—112 und 114 zusammengefasst sind. Ausserdem ist Seite 154—177 eine „Uebersicht der Befunde von Veränderungen gegeben, die sich in den Blutkörpern wie in Gewebszellen der untersuchten Thiere spontan und unter dem Einfluss inducirter Ströme entwickeln“, unter Berücksichtigung der einschlägigen Literatur. Die Arbeit von ELMER über die Eier der Reptilien war mir leider unbekannt geblieben und bedaure ich sehr, dass ich die in derselben enthaltenen interessanten Angaben über die Veränderungen des Eiinhalts und der Granulosazellen nicht habe verwerthen können.

erst nachträglich entwickelt sich aus dem so entstandenen Körper ein Kern mit glänzender Hülle und Stroma. Derselbe erscheint, nachdem Körner und Körnchen sich sämmtlich verflüssigt haben, als ein scharf von dem umschliessenden, homogenen Zellplasma abgegrenztes und von demselben ganz verschiedenes Gebilde, der Umstand aber, dass im Zellplasma die verflüssigte Substanz von Körnern und Körnchen in Form von sehr kleinen, für unsere Hilfsmittel nicht nachweisbaren Theilen enthalten ist, zeigt, dass auch beim Fehlen von geformten Theilen im Zellkörper und von Zusammenhängen derselben mit der Kernmembran, doch dem Kern verwandte Substanzen im Plasma des Zellkörpers eingeschlossen sein können. Dass die Kerne von Blutkörpern bei Wirbelthieren sich durch direkte wie durch indirekte Theilung vermehren können, ist bekannt, dagegen habe ich unter der sehr grossen Anzahl untersuchter Krebsblutkörper nicht bei einem einzigen Theilungsvorgange an der Kernanlage oder an dem Kern nachweisen können und nur ganz ausnahmsweise Zellen mit 2 Kernen oder mit 2 Kernanlagen gefunden, und da vereinzelt sich auch Zellen finden, die weder einen Kern noch eine Kernanlage enthalten, so scheint mir die Frage sehr nahe zu liegen, ob nicht auch die Kernanlage aus dem Material verflüssigter Körner und Körnchen hervorgegangen, der Kern somit in der Regel ein neugebildeter ist. Da das Vorkommen einer Neubildung von Kernen von den meisten Forschern bestritten oder wenigstens als sehr zweifelhaft hingestellt wird, so verdient auch die von mir ermittelte Thatsache berücksichtigt zu werden, dass beim Hühnchen in der letzten Woche der Bebrütung die Haut von einer Plasmaschicht überzogen wird, welche in grosser Ausdehnung durch anastomosirende Fasern in zellenartige Felder zerfällt, die bald Körnerhaufen, bald Fasergerüste, aber Kerne überhaupt nicht oder nur in beschränkter Ausdehnung einschliessen. Erst mit Eintritt des Verhornungsprozesses kommt es zur Bildung von Kernen in den Zellfeldern.

Dass die Substanz der Körner und Körnchen der Krebsblutkörper im Wesentlichen der Substanz der Kernanlage gleichartig ist, geht auch aus den Veränderungen hervor, welche die Körner und Körnchen nach Einwirkung einer 5 proc. Kochsalzlösung bei nachträglichem Zusatz von Wasser erfahren. Auf Zusatz der Kochsalzlösung zum Blut verschmelzen Körner und Körnchen sämmtlich untereinander und mit der Kernanlage zu einem grossen homogenen Körper, der auf Wasserzusatz sich in einen Kern mit scharf gezeichneter Hülle und zierlichem Stroma umwandelt.

Die peripheren, aus der Substanz der verschmolzenen Körner und Körnchen gebildeten Stromatheile zeigen hier ganz dieselbe Beschaffenheit wie die aus der Kernanlage hervorgegangenen Stromatheile im Innern des Kerns und setzen sich continuirlich in dieselben fort, so dass sich nirgends eine Grenze zwischen den aus dem Material der Körner und Körnchen und den aus der Kernanlage gebildeten Theilen des Kerns ziehen lässt. Selbstverständlich können diese Beobachtungen nur für die Objekte, an denen sie angestellt wurden, Gültigkeit beanspruchen, indessen lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass auch andere ähnlich beschaffene Zellen ein entsprechendes Verhalten zeigen werden, das für das Verständniss der Beziehungen zwischen Kern und geformten Theilen des Zellkörpers von Wichtigkeit ist.

Auf die Analogien im feineren Bau der thierischen und pflanzlichen Zellen habe ich schon in den Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen ausdrücklich verwiesen und in den in Rede stehenden Untersuchungen in dem Kapitel über Kern- und Plasmastrukturen das ähnliche Verhalten der Kerne in thierischen und in Pflanzenzellen bezüglich der wechselnden Beschaffenheit der Membran und des Stroma, des Zusammenhangs der Membran sowohl mit dem Stroma als mit Fäden und Netzen des Zellkörpers, des Durchtretens von Fäden durch Membranlücken und der dadurch vermittelten direkten Verbindung zwischen Theilen des Kern- und Zellkörperstromas, eingehend geschildert. Aber auch in Betreff der Veränderungen, welche in der lebenden Zelle vor sich gehen, bestehen Analogien zwischen thierischen und Pflanzenzellen, welche hervorgehoben zu werden verdienen. In Pflanzenzellen mit strömendem Plasma ändern, wie von mir zuerst nachgewiesen wurde, Fasern, Fäden und ganze Netzabschnitte ihre Beschaffenheit, schwinden ganz oder theilweise und bilden sich von Neuem aus flüssigem Plasma, und ähnliche Vorgänge lassen sich auch an dem geformten Inhalt der Köpfchen der Haare von *Pelargonium zon.* beobachten. Die Netze der Tentakel von *Hydra* ändern während der Beobachtung ihre Beschaffenheit, schwinden stellenweise und bilden sich von Neuem aus homogener Substanz; in den farblosen Blutkörpern von Amphibien entstehen und schwinden nicht bloß Körnchen und Fäden im Zellkörper, sondern es verändern, wie von STRICKER und mir nachgewiesen wurde, auch die Kerne ihre Beschaffenheit oder schwinden ganz, während andere neugebildet werden. Selbstverständlich wird die

Bedeutung der in den Zellen wahrzunehmenden Veränderungen nach der Beschaffenheit der betreffenden Formelemente und nach den physiologischen Leistungen, welche die Zellen zu erfüllen haben, eine verschiedene sein, so lange aber die ersteren und die in der Zelle ablaufenden chemischen und physikalischen Prozesse sich einer Analyse entziehen, wird man sich mit dem Nachweise der unter ihrem Einfluss zu Stande kommenden, durch das Mikroskop wahrnehmbaren Veränderungen begnügen müssen. Aus demselben Grunde gestatten auch die nach Einwirkung inducirter Ströme in den Zellen eintretenden Veränderungen keine Einsicht in die Art und Weise ihres Zustandekommens.

Die Membranen der thierischen Zellen bestehen bekanntlich meist nur aus verdichteter Zellsubstanz, dagegen haben in Betreff der Fettzellen meine Untersuchungen ergeben, dass ihre Membran nicht aus bloß verdichteter, sondern aus chemisch veränderter Zellsubstanz besteht. Welcher Art die Veränderungen sind, welche hier zur Bildung der Membran führen, als einer kontinuierlichen, nur durch einzelne Lücken unterbrochenen Schicht, in welcher die Körnchen und Fäden verblassen oder ganz schwinden, bleibt dahingestellt, immerhin ist es von Interesse, dass die Membran hier wie bei den Pflanzenzellen zwar ein vom Zellinhalt differentes Gebilde darstellt, aber doch geformte Theile des letzteren einschliesst.

In dem Kern der Köpfchen der Haare von *Pelargonium* z. befindet sich ein kernkörperartiges Gebilde, das ich, wie SCHIMPER hervorhebt, kurzweg als „Korn“ bezeichnet habe. Ich habe diese Bezeichnung gewählt, weil mir die Vermuthung nahe zu liegen schien, dass der Kern hier aus der Verschmelzung einer Anzahl Körner hervorgegangen und dass nur eins dieser Körner unverändert zurückgeblieben ist, welches nun als Kernkörperchen erscheint, oder dass nachträglich aus dem Material der Körnchen des Kerns sich wieder ein Korn gebildet hat. Dass die Körner sich nicht bloß zu Gerüsten und Netzen umbilden können, sondern mitunter auch zu Schichten einer homogenen oder sehr fein und blass granulirten Substanz verschmelzen, die der des Kerns ganz ähnlich ist, wurde durch die direkte Beobachtung festgestellt. Es zeigte sich ferner, dass der Kern vielfach durch von seiner Peripherie abtretende Fäden und Körnchenreihen wie durch zackige Fortsätze mit den körnigen Schichten in seiner Umgebung zusammenhängt oder streckenweise überhaupt nicht deutlich abgegrenzt werden kann und dass ausserdem seine Substanz sich mitunter in ähn-

licher Weise verändert wie die in seiner Umgebung aus verschmolzenen Körnern entstandene Substanz, indem sich in ihm Vakuolen entwickeln, die feinen und blassen Körnchen zu Fäden und Strängen verschmelzen, die sich wieder zu undeutlich contourirten, blassen Körnchen sondern können. Es zeigen somit die Substanz des Kerns und das in seiner Umgebung befindliche, aus verschmolzenen Körnern hervorgegangene Material nicht nur bezüglich ihrer Zusammensetzung, sondern auch bezüglich der spontan in ihnen sich entwickelnden Veränderungen ein ähnliches Verhalten, und da ausserdem nicht selten in den Köpfchen und in den Gliedern kurzgliedriger Haare die Körner einen einem Kern zwar ganz ähnlichen, aber beträchtlich kleineren Körper einschliessen, dessen Durchmesser den Durchmesser von 1—2 Körnern nicht übersteigt, so scheint mir die geäusserte Vermuthung zu einer weiteren Prüfung des Zellinhalts an sich entwickelnden Haaren aufzufordern.

Bezüglich der hell oder dunkelgelb gefärbten Körner in den Epithelzellen der Blütenblätter von *Coreopsis bicolor* glaubt SCHIMPER aus meiner Beschreibung mit Sicherheit entnehmen zu können, dass es sich blos um Farbkörper in verschiedenen Stadien der Desorganisation handele. Dass dies der Fall, wird schwerlich Jemand bezweifeln, darum handelt es sich aber gar nicht, sondern lediglich darum, ob farbstofftragende protoplasmatische Körner ähnliche Lebenserscheinungen wahrnehmen lassen, wie nicht gefärbte. Es wurden Formveränderungen an den blass- wie an den dunkelgelben Körnern wahrgenommen, an den blassgelben ausserdem ein Verschmelzen und ein rasch oder langsam sich vollziehender Schwund derselben, während ein Wechsel bezüglich der Bildung und Rückbildung geformter Theile, wie in den Köpfchen der Haare von *Pelargonium*, nicht beobachtet wurde.

In den Epidermis- und Mesophyllzellen der Blätter von *Sansevieria c.* finden sich neben Kernen mit sehr blassem und zartem Stroma andere mit derberem, glänzendem Stroma und Hülle, die ich kurz als glänzende bezeichnet habe. Leider ist es mir nicht gelungen, durch meine Schilderung SCHIMPER den Bau derselben einigermassen verständlich zu machen. Derselbe stellt nach ihm ein solches Wirrsal von Fäden und Fädchen, Körnern und Körnchen, Knoten und Knötchen, Netzen und Fibrillen dar, dass er sich vergeblich bemüht hat, sich darin zurechtzufinden und den wissensdurstigen Leser auf das Original verweisen muss. Die Beschreibung dieses Wirrsals nimmt 2 Oktavseiten in Anspruch und

von diesen 2 Seiten ist nur die eine der Schilderung des Stromas, die andere der Beschaffenheit der Hülle und den Verbindungen derselben theils mit dem Stroma, theils mit dem Fadenwerk der umgebenden Zellsubstanz gewidmet, es ist also gewiss nicht eine beunruhigende Fülle von Beobachtungsmaterial, welche dem wissensdurstigen Leser geboten wird. Es handelt sich auch gar nicht um ein Wirrsal von Formelementen, sondern um besondere Kerntypen, je nachdem das Kerninnere vorwiegend Körnchen, Knötchen und einzelne Knoten, aber nur sparsame Fäden enthält oder vorwiegend Fäden, die dann bald in Form verzweigter Reiser auftreten, bald zu weit- oder engmaschigen Netzen verbunden sind. Eine besondere Schwierigkeit für das Verständniss bieten diese Strukturverhältnisse nicht dar, wenn aber SCHIMPER sich in ihnen nicht zurechtfinden konnte, würde es genügt haben, einen Blick auf die Holzschnitte S. 211 zu werfen, wo die Typen von Kernen mit vorwiegend fädigem Stroma abgebildet sind. Den Zwecken eines Referats hätte es völlig entsprochen, wenn er auf Grund der im Text gegebenen Schilderung die allgemeinen Charaktere von Kernen mit vorwiegend fädigem Stroma angegeben hätte. Gerade bei *Sansevieria* ist übrigens, wie ich ausdrücklich hervorgehoben habe, die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die glänzenden Kerne mit derber fädigem Stroma sich erst während der Uebertragung des Schnitts auf den Objektträger oder während der Beobachtung aus den blassen, feinkörnigen oder fein genetzten entwickelt haben.

Die Chlorophyllkörper in den Blättern von *Sansevieria c.* zeigen 2 Formen, deren Verschiedenheiten auf den ersten Blick auffallen, kleine mit glatten, scharfen Contouren, die meist nur Andeutungen von Strukturverhältnissen erkennen lassen, und grössere, unregelmässig contourirte, deren körnig-fädige Struktur deutlicher, mitunter sehr klar vortritt. SCHIMPER meint, dass weniger sachkundige Beobachter als ich, er selber z. B., die grossen Chlorophyllkörper als aus Desorganisation der kleinen entstanden auffassen würden und dass diese Desorganisation die Folge eines Quellungs Vorgangs, durch den Eintritt von Wasser in die Zelle bedingt sei. Da die beiden Formen der Chlorophyllkörper auch dann in den Schnitten vorhanden sind, wenn dieselben nicht in 1 procentiger Zuckerlösung, sondern in Mohnöl untersucht werden, wie ich ausdrücklich hervorgehoben habe (S. 283), so kann nicht angenommen werden, dass homogene Chlorophyllkörper nur unter dem Einfluss der Zuckerlösung eine körnig-kurzfädige Beschaffenheit

erlangen. Bei Durchleiten inducirter Ströme durch in Mohnöl untersuchte Präparate nehmen homogene Chlorophyllkörper eine feinkörnig-kurzfadige Beschaffenheit an, ohne sich erheblich zu vergrössern; war dagegen 1 proc. Zuckerlösung als Zusatzflüssigkeit benutzt worden, so werden die homogenen Chlorophyllkörper nicht bloß körnig-kurzfadig, sondern schwellen mehr oder weniger beträchtlich unter Dickenzunahme der einzelnen Körnchen und Fäden, und es liegt unter diesen Umständen natürlich die Vermuthung sehr nahe, dass die Schwellung in Folge der Aufnahme von Zusatzflüssigkeit in die Zelle eingetreten ist. Ich will bei dieser Gelegenheit bemerken, dass auch die Kerne in den Epidermis- und Mesophyllzellen ein verschiedenes Verhalten zeigen, je nach Untersuchung der Schnitte in 1 proc. Zuckerlösung oder in Mohnöl. In der ersteren bleiben die blassen Kerne meist stundenlang unverändert, während nach Mohnölzusatz ihre zarten Stromatheile erst derber und dunkler werden und dann bald miteinander zur Bildung eines homogenen Körpers verschmelzen, der sich abrundet und aus dessen Substanz sich im Verlaufe von ein Paar Stunden allmählig neue Stromatheile, Körnchen und meist kurze und feine Fäden differenziren. Werden nach Einbettung des Präparats in Mohnöl inducirte Ströme durch dasselbe geleitet, so tritt das Verschmelzen der Stromatheile der blassen Kerne zu homogener Substanz sofort ein und aus den homogen und rund gewordenen Kernen entwickeln sich nachträglich ebenfalls neue, meist feine und dichtgestellte Stromatheile. Es besteht somit bezüglich des Verhaltens der blassen Kerne zu inducirten Strömen ein ziemlich auffallender Unterschied, je nachdem als Zusatzflüssigkeit 1 proc. Zuckerlösung oder Oel benutzt wird, da in der Zuckerlösung nur ein Theil der Kerne zunächst homogen wird und nachträglich ein neues Stroma erhält, während bei den meisten Kernen das letztere sich direkt aus den vorhandenen Stromatheilen entwickelt; in dem einen wie in dem anderen Fall, ist aber bei den meisten Kernen das neue Stroma derber als nach Oelzusatz und entwickelt sich sehr rasch, bereits während oder unmittelbar nach Einleiten der Ströme.

Schliesslich erwähnt SCHIMPER die „wunderbaren“ von mir bezüglich der Membranlücken, des Vorkommens von Chlorophyllkörpern in der Membran und des feineren Baus der letzteren gemachten Entdeckungen und behauptet, dass GARDINER die Irrthümer, auf welchen diese Entdeckungen beruhen, nachgewiesen habe. Ich kann hier nur wiederholen, dass allen meinen Angaben

sehr genaue und sehr zahlreiche Beobachtungen zu Grunde liegen und dass die Einwände und die negativen Befunde GARDINER'S weder die Beobachtungen selbst noch ihre Deutung im Geringsten in Frage stellen können.

Die Möglichkeit einer Einlagerung von Wachs in die Membran und einer Auflagerung desselben auf die letztere war übrigens schon vor Veröffentlichung meiner „Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen“ von mir mit Prof. DETMER, dem ich für sein freundliches Interesse an meinen Arbeiten vielfach zu Danke verpflichtet bin, besprochen worden. Da aber auch an mit absolutem Alkohol und Terpeninöl behandelten Schnitten die bezüglichlichen Strukturverhältnisse sichtbar waren, konnte von einer Ein- oder Auflagerung sichtbarer Wachspartikel nicht die Rede sein und ich hielt es gar nicht einmal der Mühe für werth, diesen möglichen Einwand zu erwähnen, was allerdings, da es sich um bisher nicht bekannte Strukturverhältnisse handelte, hätte geschehen sollen. Was ferner den Einwand GARDINER'S anbelangt, ich hätte Tüpfelbildungen mit Membranlücken verwechselt, so widerlegte sich derselbe ohne Weiteres aus der von mir gegebenen genauen Schilderung der bezüglichlichen Bildungen, worauf ich in meiner, von SCHIMPER völlig unberücksichtigt gelassenen Entgegnung hingewiesen und einige weitere Angaben gemacht habe, die über die Beschaffenheit der Tüpfelbildungen im Gegensatz zu offenen Membranlücken und zu Lücken, die nicht durch die Mittellamelle geschlossen sind, sondern von einzelnen Fäden überbrückt oder von Fäden durchzogen werden, die von einer Zelle zur anderen ziehen, nicht den geringsten Zweifel zurücklassen. GARDINER würde vielleicht diesen Einwand gar nicht erhoben haben, wenn ich von Anfang an für die durch die Mittellamelle geschlossenen Lücken den Ausdruck Tüpfel gebraucht hätte, während ich dies ganz absichtlich vermieden hatte, weil mir die Tüpfel nur als kreisförmig vertiefte Stellen der Wand bekannt waren, wie es dem Sinne des Worts und seiner früheren Verwendung in der Botanik entspricht. Uebrigens bin ich jederzeit bereit gewesen, Denen, welche sich für die in Rede stehenden Strukturverhältnisse interessiren, Präparate über dieselben vorzulegen.

SCHIMPER erklärt schliesslich das neue Werk für ebenso unbrauchbar oder für wo möglich noch unbrauchbarer als meine früheren Arbeiten. Ich habe dagegen nichts einzuwenden, wenn er dabei nur seine Person und solche Leser im Auge hat, die das als nicht vorhanden ansehen, was mit den hergebrachten Anschau-

ungen im Widerstreit steht, und die letzteren auf das Untersuchungsobjekt übertragen. Dass die von mir ermittelten neuen Thatsachen über die feinere Struktur des Protoplasma, der Kerne und der Chlorophyllkörper, über die Bildung von Stärkekörnchen- und Körnern aus Netzsubstanz, über protoplasmatische und Chlorophylleinschlüsse der Membranen und ebenso die über Zusammenhänge benachbarter Zellen durch Membranlücken auf lebhaften Widerspruch stossen würden, war mit Sicherheit vorauszusehen, da ihre Annahme eben das Zugeständniss voraussetzt, dass diese Strukturverhältnisse bisher gänzlich übersehen worden sind. Zu bedauern ist dabei nicht die von mir auf Ermittlung der letzteren verwendete Zeit und Mühe, sondern im eigenen Interesse von SCHIMPER und anderer Referenten, dass ihnen jedes Verständniss für dieselben abgeht.

Ueber das Vorkommen protoplasmatischer Massen in den Inter-cellularräumen sind neuerdings Beobachtungen von RUSSOW¹⁾, BERTHOLD²⁾, TERLETZKI³⁾ und von SCHAARSCHMIDT⁴⁾ veröffentlicht worden. Die Angaben des letzteren sind mir nur aus dem Citat von RUSSOW bekannt. Weder RUSSOW noch BERTHOLD und TERLETZKI erwähnen die vor ihnen von mir veröffentlichten bezüglichen Befunde.⁵⁾ Ich habe bereits 1880⁶⁾ auf das Vorkommen von Protoplasma in den Inter-cellularen der Blätter von Rhododendron und Dracaena hingewiesen und für Dracaena noch bemerkt, dass die protoplasmatischen Einschlüsse der Inter-cellularen durch Membranlücken mitunter mit dem Netzplasma der anstossenden Zellen zusammenhängen. In den Inter-cellularräumen des Collenchyms der hypokotylen Stengelglieder junger Ricinuspflanzen⁷⁾ besitzt das intercellulare Protoplasma nicht nur dieselbe körnig-fädige Struktur wie das intracellulare, nimmt nach Behandlung mit Jodtinktur, Hämatoxylin und Anilinfarben die gleiche Färbung

1) Sitzungsbericht der Dorpater Naturf. Gesellsch. Sept. 1883 und Aug. 1884.

2) Bericht der Deutschen Bot. Gesellsch. 1884, Heft 1.

3) Ebenda Heft 4.

4) A. Protoplastok összeköttetesseröl etc. Kolozvar 19/VII. 1884.

5) Von FISCH wird in einem Referat in Nr. 18 des Biolog. Centralblatts (1884) die Entdeckung des Vorkommens protoplasmatischer Massen in den Inter-cellularräumen irrigter Weise RUSSOW, BERTHOLD und TERLETZKI zugeschrieben.

6) Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protopl. d. Pflanzenz. S. 9 u. 21.

7) Jenaische Zeitschr. für Naturwissensch. Bd. XVII.

an wie das letztere, sondern schliesst auch häufig einzelne Stärkekörner, kleine braune Körner und mitunter auch kleine Chlorophyllkörper ein. Die Solidifikation der Intercellularen wird hier eingeleitet durch das Auftreten einer sehr schwach lichtbrechenden Substanz (Cellulose), in welcher die geformten Theile wie eingeschmolzen erscheinen und mit deren zunehmender Verdichtung sie blasser und undeutlicher vortreten. Der Intercellularraum wird unter Vorrücken der Celluloseabscheidung nach seinen centralen Partien mehr und mehr verengt und schliesslich ganz solid, aber auch in ganz solid gewordenen Intercellularräumen lässt sich häufig noch eine centrale, schwächer brechende Schicht nachweisen, in welcher der körnig-kurzfüdige protoplasmatische Inhalt noch hinlänglich deutlich unterschieden werden kann. Auch dann, wenn die ausfüllende Substanz überall die gleiche Dichte wie die Membranen erlangt hat, nur noch eine sehr feine und blasse Granulierung erkennen lässt, bleiben einzelne in ihr eingeschlossene Körner oder Chlorophyllkörper deutlich unterscheidbar.

Ein Zweifel über die protoplasmatische Beschaffenheit des körnig-fädigen Inhalts der Intercellularen ist, auch abgesehen von dem Vorkommen von Stärkekörnern und Chlorophyllkörpern in denselben, nicht wohl möglich. Man könnte ebenso gut zweifeln, ob das intracellulare Protoplasma auch wirklich Protoplasma sei.

Bezüglich der Deutung der Befunde giebt BERTHOLD an, es dürften frische Schnitte von lebendem Material zur Untersuchung durchaus nicht verwandt werden, da die Intercellularen hier immer zum grossen Theil von dem austretenden Plasma angeschnittener Zellen erfüllt werden. Diese Möglichkeit wird aber auch durch Verwendung gehärteter Präparate nicht ganz ausgeschlossen. Man überzeugt sich leicht bei Durchmusterung der Umgebung des Schnittes, das in der Zusatzflüssigkeit Protoplasmafetzen, Körner und Körnchen, mitunter sogar der ganze protoplasmatische kernhaltige Inhalt von durch den Schnitt geöffneten Zellen herum schwimmen. Ich halte vielmehr in Betreff der Deutung der Befunde von intercellularem Plasma die folgenden Umstände für massgebend.

1) Manche Intercellularen sind so dicht und gleichmässig in ihrer ganzen Flächen- und Tiefenausdehnung sammt den spaltförmigen Verlängerungen, in welche sie auslaufen, von körnig-fädigem Protoplasma erfüllt, mit demselben wie ausgestopft, dass es sich nicht um eine blosse Einschwemmung handeln kann.

2) In Fällen, wo Membranlücken von Fäden durchsetzt werden, welche wandständiges intracelluläres Plasma mit dem inter-

cellularen verbinden, lässt sich nicht bezweifeln, dass das letztere als solches präexistirt hat.

3) Mitunter sind kleine intercellulare, von Protoplasma erfüllte und unterhalb der Schnittoberfläche gelegene Hohlräume vollständig von Membransubstanz um- und damit abgeschlossen, es kann also hier die Möglichkeit eines Eindringens abgelöster protoplasmatischer Theile überhaupt nicht in Betracht kommen.

4) Die bei Solidifikation der Intercellularen in einer noch schwach brechenden Celluloseschicht eingeschlossenen, aber noch deutlich unterscheidbaren Körnchen und Fädchen zeigen morphologisch dieselbe Beschaffenheit wie die noch frei im Intercellularraum liegenden, und auch nach völliger Solidifikation der Intercellularen lassen sich in denselben als Celluloseeinschlüsse mitunter noch vereinzelt Chlorophyllkörper und derbere Protoplasmakörner unterscheiden, wenn die feinen Körnchen und Fäden schon ganz geschwunden oder sehr undeutlich geworden sind. Es wird sich demnach nicht wohl in Abrede stellen lassen, dass das in Cellulose eingebettete Protoplasma hier vorher frei in den Intercellularen vorhanden war.

Im Biologischen Centralblatt, Bd. IV, Nr. 4, findet sich eine Zusammenfassung der Resultate der neueren Arbeiten über die Chlorophyllkörper von A. MEYER. Ich würde keine Veranlassung haben, auf das Referat desselben zurückzukommen, wenn sich in demselben nicht die Bemerkung fände, dass nach den neueren Untersuchungen von SCHMITZ, SCHIMPER und von MEYER überall scharf begrenzte Trophoplasten Träger des Chlorophylls sind und dass die Angaben, welche sich auf durch das ganze Plasma der Zellen vertheiltes Chlorophyll beziehen, sämmtlich auf ungenauer Beobachtung zu beruhen scheinen. Die Objekte, an denen SCHMITZ, SCHIMPER und MEYER ihre Beobachtungen angestellt haben, sind mir unbekannt; ich habe dagegen an den von mir untersuchten Objecten mit voller Sicherheit constatiren können, dass das Chlorophyll nicht ausschliesslich an scharf begrenzte Körper gebunden ist. In den Epidermis- und Mesophyllzellen von *Rhododendron*, *Aloe* ¹⁾ und *Sansevieria carnea* ²⁾ gehen von der Peripherie, resp. den Hüllenfäden der Chlorophyllkörper nicht

¹⁾ Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen d. Protoplasma der Pflanzenzellen. S. 6, 13 und 25.

²⁾ Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thier. und pflanzl. Zellen. S. 283.

blos ungefärbte, sondern mitunter auch grün gefärbte feine Fäden ab, die sich in die umgebenden Protoplasmanetze einsenken oder frei in homogenem Plasma enden. Es finden sich ferner in den Zellen von Aloe hie und da Streifen und Schichten grün gefärbter Protoplasmanetze und in grösserer Häufigkeit sind dieselben in die Zellen der Blätter von Sansevieria eingestreut. Neben den grünen, streifigen oder fetzigen, körnig-fädigen, ganz unregelmässig geformten Protoplasmaschichten finden sich hier vereinzelt oder in Gruppen zusammenliegend grüne, derbe Körnchen, grüne, unregelmässig und nicht scharf begrenzte körnig-fädige Gebilde, welche den einfachen oder doppelten Durchmesser eines Kernkörpers der blassen Kerne besitzen und runde, blasse kugelige Gebilde von der gleichen Grösse und einer sehr schwach grünen Färbung. Auch die Epidermiszellen junger Blätter von Tulipa enthalten theils gefärbtes, theils ungefärbtes Netzplasma und gehen die grünen Abschnitte ohne alle scharfe Grenze in die ungefärbten über; ausserdem schliesst auch hier das Protoplasma einzelne gefärbte Körnchen und kleine, kernkörpergrosse, aus gefärbten Körnchen und kurzen Fäden bestehende Körper ein. Alle diese Beobachtungen, wie die übrigen früher von mir über die Struktur der Chlorophyllkörper gemachten lassen sich bei einiger Aufmerksamkeit in der Untersuchung ohne zu viel Mühe bestätigen, und wenn MEYER in dem citirten Referat und in etwaigen künftigen Referaten dieselben unberücksichtigt lässt, so ändert dies an dem Sachverhalt nicht das Allgeringste.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—18. Veränderte Membranen der Glieder und Köpfchen der Drüsenhaare. (Fig. 12 *a—d* Veränderungen der Cuticula der Epidermiszellen.)

Fig. 1. Mittelglied eines Drüsenhaars, dessen Cuticula rechts verdickt und mit kleinen knotigen oder knospenförmigen, homogenen, ungefärbten Auswachsungen besetzt ist; eine etwas grössere warzenförmige Auswachsung besitzt ein fädiges Innere.

Fig. 2. Mittelglied eines Drüsenhaars, dessen Cuticula beiderseits durch einen schmalen Spalt von der Membran getrennt ist, links spindelförmige und knotige Auftreibungen zeigt, rechts zu kurzen, reiserartig verzweigten Sprossen ausgewachsen ist.

Fig. 3. Die Membran des Köpfchens und des oberen Endes des Endglieds hat sich rechts in 2 Lamellen gespalten, eine innere sehr dünne und eine äussere dickere, zu einem feinfädigen und engmaschigen Gerüste differenzirte.

Fig. 4. Im grössten Theil des Umfangs des Köpfchens hat sich seine Membran zu 2 Lamellen gesondert, eine zarte innere und eine derbere, mit knotigen und spindelförmigen Verdickungen besetzte äussere, die am oberen Umfang des Köpfchens in eine im Durchschnitt wallartig prominirende Netzschicht übergeht.

Fig. 5. Abschnitte des vorletzten und des Endgliedes eines Drüsenhaars mit sehr stark verdickter Membran, deren äussere, schwächer brechende und stärker verdickte Lamelle das Endglied jederseits in Form eines breiten Bandes umscheidet.

Fig. 6. Papillenförmige, aus einem weitmaschigen und derbfaserigen Netzgerüst bestehende Auswachsung der Membran des Mittelglieds eines Haars. Der fasrige Contour ist an ein Paar Stellen unterbrochen.

Fig. 7. Mächtigere, solide, papillenförmige Auswachsung der Membran vom Mittelglied eines Haars. Die centralen Abschnitte

bestehen aus einer feinpunktirten Substanz mit einzelnen sehr feinen und blassen Fäden, die peripheren Abschnitte enthalten Fäden und einzelne derbere Fasern, welche mehr oder weniger parallel zum Contour verlaufen und zum Theil unter einander anastomosiren, ausserdem einzeln und reihenweise eingelagerte Körper.

Fig. 8. Flächenansicht einer Netzlamelle von der verdickten Cuticula eines basalen Haarglieds. Die weiten Maschen sind z. Theil einseitig geöffnet, so dass benachbarte Maschen durch die Lücken kommunizieren. Die derben, in die Netze eingelassenen Knoten theiligen sich an Bildung der Septen für die benachbarten Maschen.

Fig. 9. Schollenförmige, homogene, in lappige Fortsätze auslaufende Auswachsung der Cuticula vom Basalglied eines Haars; am linken Rande des letzteren hat sich die verdickte Cuticula zu Fäden differenzirt, die zahlreiche netzförmige Verbindungen eingehen.

Fig. 10. Schollenförmige Prominenz der Cuticula von einem Basalglied, mit homogenem, nur einzelne Körner, Knoten und Stränge, sowie ein Paar Vakuolen einschliessendem Innern.

Fig. 11. Hochgradig verdickte Wandung eines Haarmittelglieds. Die innere, etwas schmalere Schicht hat sich zu ein Paar Lamellen gesondert, die äussere, aus der stark geschwellten Cuticula gebildete, hat in der grössten Ausdehnung des gezeichneten Membranabschnitts eine bräunliche Färbung angenommen und in der Peripherie sich zu Körnchen und sehr kurzen Fäden differenzirt.

Fig. 12 a. Homogene, kegelförmige Prominenz der Cuticula einer Epidermiszelle, die nach links in die unveränderte, nach rechts in die verdickte, körnig-fädige Cuticula ausläuft.

Fig. 12 b. Eine ganz ähnliche Prominenz, die nach beiden Seiten in die verdickte, körnige Cuticula ausläuft.

Fig. 12 c. Ueber der anscheinend unveränderten Cuticula findet sich eine schmale, homogene, sehr schwach braun gefärbte Schicht, die nach aussen durch eine Körnchenreihe begrenzt wird.

Fig. 12 d. Eine ziemlich mächtige, blasse, feinkörnig-kurzgefädige, einzelne kleine blasse Körner einschliessende Schicht geht nach links über in die etwas verdickte, stärker brechende Cuticula, während unterhalb der die Membran überlagernden Schicht die Cuticula nur an zwei Stellen, über der mittleren Epidermiszelle, vorhanden war. Möglicherweise handelt es sich indessen nicht um Reste der ursprünglichen Cuticula, welche von den benachbarten, beträchtlich geschwellten Abschnitten der Cuticula umwachsen worden sind, sondern um veränderte Abschnitte der obersten Membranschicht unterhalb der geschwellten Cuticula.

Fig. 12 e. Mittel- und Endglied eines Haars werden zum Theil von einer hellbraunen, homogenen, aus Schwellung und Erweichung der Cuticula hervorgegangenen Substanz scheidenartig umschlossen. Rechts zieht sich am inneren Rande derselben eine Reihe kleiner Vakuolen hin.

Fig. 13. Die Membran des Köpfchens und Endglieds hat sich rechts in zwei Lamellen gesondert, von denen die äussere erweicht, braun gefärbt und sehr beträchtlich geschwellt ist, nach auf- und abwärts sich verjüngend in nicht gefärbte, weniger verdickte, netzförmig differenzirte Abschnitte übergeht die sich ihrerseits in verdickte, aber homogene Abschnitte der Cuticula fortsetzen. Entlang ihrer äusseren Begrenzung haben sich aus der gefärbten Partie Körnchen und kurze Fäden differenzirt und einzelne derselben ragen von hier aus wie entlang ihrer inneren Begrenzung in die gefärbte Substanz hinein.

Fig. 14. Der verdickten und fast in ihrer ganzen Dicke zu kurzen Fäden differenzirten Membran des vorletzten Glieds eines Haars sitzt eine im Durchschnitt wallartig vortretende gefärbte Prominenz auf, die von einer ziemlich derben Hülle umschlossen wird und zwei Körper von kernartigem Aussehen mit Hülle und körnigem Innern einschliesst, die von einander und von der Hülle durch einen schmalen Spaltraum getrennt werden.

Fig. 15. Eine gefärbte Netzschicht füllt die Vertiefung zwischen dem unteren Umfang des Köpfchens und dem Ende des Endglieds aus; dieselbe ist hervorgegangen aus der Substanz der äusseren, geschwellten Lamelle der ursprünglich einfachen Membran.

Fig. 16. Gefärbte, homogene, zum Theil in kurze, zackige Fortsätze auslaufende plattenförmige Verdickungen der äusseren Membranschicht, daneben links eine Lamelle anastomosirender Fäden. Haarmitelglied.

Fig. 17. Basalglied eines Haars, dessen Cuticula bei *a* eine körnige, bei *b* eine körnig-fädige Beschaffenheit angenommen und bei *c* sich in gefärbte, homogene, unregelmässig geformte, zum Theil kleine Vakuolen einschliessende Schollen umgewandelt hat, die bei *c*¹ in der Peripherie in kurze, ungefärbte Fäden und in ungefärbte Netze auslaufen. Bei *c*² treten gefärbte, rundliche, mit einer doppelt contourirten Hülle versehene Prominenzen vor, bei *d* und *d*¹ zum Theil gefärbte Netze, die bei *d*¹ einzelne weitere Maschen und eine kleine gefärbte Scholle einschliessen.

Fig. 18. Körnig-fädige Auswachsungen und netzförmig differenzirte Cuticularplatten vom Basalglied eines Haars. Bei *a* ein Haufe unregelmässig gestalteter Körner mit einzelnen kurzen Fäden; bei *b*

netzförmig verbundene Fäden mit sehr unregelmässig gestalteten und zum Theil sehr weiten Maschen, bei *c* Netze mit wechselnd grossen runden oder ovalen Maschen, zum Theil noch in Verbindung mit nicht differenzirten, verdickten Cuticularschichten. Bei *d* eine schildförmige Verdickung der Cuticula mit grösseren und kleineren Vakuolen.

Fig. 19—28. Durchschnitte durch die Oberhaut von Blatt- und Blütenstielen.

Fig. 19 und 20. Die verdickte Cuticula trägt körnige, feinfädige und faserige, zum Theil knospenartig prominirende Auswachsungen.

Fig. 21. Die Auswachsungen der Cuticula haben sich zu einer besonderen Schicht entwickelt, deren einzelne Fasern vielfach untereinander verbunden sind und nach Aussen frei vorragen. In der Aussenwand ist eine feine Streifung parallel der Oberfläche sichtbar und eine quer zu der letzteren gerichtete sehr feine Strichelung.

Fig. 22. Die beträchtlich verdickte Cuticula hat sich zu derberen, vorwiegend dem Schnitttrande parallel verlaufenden Fäden differenzirt, die vielfach durch kürzere, schräg gestellte anastomosiren. Innerhalb der Aussenwand verlaufen mehrere Reihen dicht gestellter Körnchen dem Membrancontour parallel und gehen nach rechts in blasse, wellenförmig verlaufende Fäden über, die sich beim Uebergang der Aussen- in die Seitenwand verlieren.

Fig. 23 *a*. Fädige Auswachsungen der Cuticula füllen, unter Eingehen zahlreicher netzförmiger Verbindungen, die Vertiefung zwischen den beiden Epidermiszellen völlig aus; die oberflächlichen Fäden prominiren frei nach Aussen. Ueber der Zelle links tritt die Cuticula in Form eines faserigen Saumes vor, rechts verschwindet derselbe im Bereiche der Auswachsungen. Eine schmale Netzschicht am oberen Umfang der Zelle links greift mit ihren Fäden in die Membran ein, die hier in ihrer ganzen Dicke ein sehr feinfädiges und engmaschiges Gefüge darbietet.

Fig. 23 *b*. Steil ansteigende, kegelförmige, sehr unregelmässig begrenzte, dicht körnig-kurzfadige Auswachsung der Aussenwand einer Epidermiszelle. Die Aussenwand selbst besitzt in ihrer ganzen Dicke ein bloss körnig-kurzfadiges Gefüge.

Fig. 24. Von der etwas verdickten Cuticula erheben sich einzelne fädige und zackige Auswachsungen. Die Aussenwand hat, unter Verlust ihres Glanzes, zum grossen Theil ein feinfädiges engmaschiges Aussehen erhalten. Von den zum Theil sehr derben, verzweigten

Fasern und Strängen des Protoplasma senken sich einzelne feine Fäden in die Aussenwand ein.

Fig. 25. Drei Epidermiszellen, deren Aussenwandungen fast ganz in Fadenwerke umgewandelt sind; während an der Zelle links nur an Stelle der beträchtlich verdickten Cuticula ein Fadenwerk getreten ist, das von der homogenen, zwei Körnchenreihen einschliessenden Aussenwand deutlich geschieden ist, werden an den beiden Zellen rechts die sehr beträchtlich verdickten Aussenwandungen in ihrer ganzen Dicke vorwiegend durch geformte Theile, durch Fäden und Körnchen gebildet. Die Fäden verlaufen der Mehrzahl nach bogenförmig und dem Contour der Aussenwandung mehr oder weniger parallel und anastomosiren häufig untereinander wie mit anderen, schräg von Unten nach Oben aufsteigenden Fäden. Zwischen ihnen liegen Körnchen und Fadenquerschnitte theils vereinzelt, theils in Reihen. An den Umbiegungsstellen in die Seitenwände convergiren die Fäden der betreffenden Membranabschnitte. Die homogene, glänzende Substanz der Seitenwände verblasst beim Uebergang in die fädig gewordenen Aussenwandungen; nur von der Scheidewand zwischen den beiden Zellen links griffen ein paar schmale, streifige, nicht deutlich abzugrenzende Fortsätze ihrer homogenen mattglänzenden Substanz in die fädig gewordenen Abschnitte der Aussenwand aus. Die beiden Zellen links enthalten kompakte Netzschichten mit einzelnen derberen, zackigen Knotenpunkten und derberen, reiserartig verzweigten Fäden. In die Innenwand der mittleren Zelle und der Zelle rechts sind Körner reihenweise eingelagert; die innere Begrenzung ihrer Aussenwand wird nicht mehr durch einen fortlaufenden ununterbrochenen Contour, sondern durch einzelne Fäden und Körnchen gebildet.

Fig. 26. Die beträchtlich verdickte, in ein Fadenwerk umgewandelte Cuticula schliesst links einen kleinen, homogenen, braunen, im Durchschnitt linsenförmigen Körper ein.

Fig. 27. Ueber vier Epidermiszellen findet sich an Stelle der Cuticula ein Fadenwerk von wechselnder Mächtigkeit, welches links 2 homogene, nicht gefärbte, im Durchschnitt linsenförmige Körper, rechts einen grossen, braun gefärbten, homogenen, im Durchschnitt spindelförmigen Körper einschliesst, von dessen unterem Umfang Fäden abgehen, welche in die Spalte zwischen demselben und der Membranoberfläche theils einragen, theils dieselbe durchsetzen. Die Aussenwände zeigen theils eine feine Streifung und Körnelung parallel dem Contour, theils eine Strichelung senkrecht zu demselben.

Fig. 28. Die Aussenwandungen der Epidermiszellen werden bedeckt von einer Schicht, durch derbe Knötchen vielfach netzförmig

verbundener Fäden, welche die Vertiefungen der Oberfläche ausfüllt, in denselben eine beträchtliche Mächtigkeit erreicht und zum Theil eine bräunliche Färbung besitzt. Die wandständigen Netzschichten der beiden mittleren Zellen sind ebenfalls gefärbt. Von der wandständigen Netzschicht am oberen Umfang der Zelle links senken sich eine Anzahl sehr feiner Fäden in die Membran ein.

Fig. 29—35. Flächenansichten der Membran von Epidermiszellen.

Fig. 29. Körnig-fädig differenzirter Abschnitt der Cuticula. Die dicht gestellten, mit kurzen stielartigen oder ausgezackten Fortsätzen versehenen Körnchen gehen nach rechts über in eine Lage sehr feiner, etwas wellig verlaufender, blasser Fäden.

Fig. 30 *a*. Sehr zarte, blasse, streifige und knotige Zeichnungen auf der Cuticula, wahrscheinlich durch umschriebene Erweichung und Verdickung derselben bewirkt.

Fig. 30 *b*. Quere Streifung der Aussenwand durch blasse, breite, zum Theil körnige, faserartige Bildungen. In die sehr blass und fein granulirte Membransubstanz sind eine Anzahl kleiner Körner eingelagert.

Fig. 30 *c*. Feinkörniger Abschnitt der Aussenwand mit einer queren, durch dichtgestellte und etwas derbere Körnchen bewirkten Streifung.

Fig. 30 *d*. Ovale Schicht äusserst fein und blass granulirter Substanz in der Aussenwand mit kranzartiger Einfassung durch kleine runde Körner, die sich zerstreut auch in der Umgebung finden.

Fig. 31. Ein über 2 Zellen sich hinziehender Streif körniger und faseriger Auswachsungen der Cuticula. Die Körner sind wechselnd derb, rund oder unregelmässig gestaltet und besitzen zum Theil stielartige, fädige Fortsätze. Die Fasern zeigen vielfach knotige oder buckelförmige Auftreibungen, sind mitunter gespalten oder unter Bildung unregelmässig gestalteter Knotenpunkte miteinander verbunden. Am linken und rechten Ende des Streifens je eine kleine plattenförmige Verdickung der Cuticula, rechts freiliegend eine grössere.

Fig. 32. Aehnliche körnig-fädige Verdickungen und Auswachsungen der Cuticula wie in Fig. 31, nur sind zahlreicher derbere, meist verästelte Knoten und Stränge eingestreut. Am linken und rechten Rande der Zeichnung ein Paar grössere, plattenförmige Verdickungen.

Fig. 33. Umfangreiche, braun gefärbte Schwellung der Cuticula, die im Bereiche ihres über das Niveau der Epidermis prominirenden

Umfanges durch einen Doppelcontour begrenzt wird, der eine ziemlich weite Lücke aufweist. Ausser einzelnen Fasern schliesst die homogene Masse zwei grössere, unregelmässig geformte, durch einen glänzenden Doppelcontour eingefasste Vakuolen ein. An der Vakuole links ist die verdichtete Hülle derselben an einer Stelle unterbrochen.

Fig. 34. Bei *a* sehr umfangreiche, aus der geschwellten, verflüssigten, braunen Cuticula hervorgegangene Netzschichten; bei *b* homogene, ungefärbte, plattenförmige Verdickungen der Cuticula, die ein Paar Vakuolen einschliessen.

Fig. 35 *a*. Gruppe grün gefärbter, in Form von Körnern, Knoten, Strängen und Platten auftretender Verdickungen oder Auswachsungen der Cuticula.

Fig. 35 *b*. Derbe, gelappte, homogene, grün gefärbte Auswachsung an einer Stelle, wo die Cuticula eine Strecke weit fehlte.

Fig. 36. Zwei umfangreiche, grün gefärbte Auswachsungen am Mittel- und Endgliede eines Haares, deren Inneres ein theils sehr blasses, theils deutlicher vortretendes fädiges Gefüge besitzt.

Fig. 37—45. Homogene und netzförmig differenzirte Abschnitte geschwellter, erweichter Cuticula mit den spontan und nach Einwirkung inducirter Ströme an denselben eintretenden Veränderungen.

Fig. 37. Die ausgedehnte, über zwei Haarglieder sich erstreckende und in ihrem ganzen Umfang mit einem derben, glänzenden Contour versehene Schicht verflüssigter, geschwellter Cutikularsubstanz *a* verkürzt sich unter abwärts Rücken des Kontours vom oberen Ende her und gewinnt gleichzeitig an ihrem unteren Ende etwas an Ausdehnung (*b*). Dabei schwindet der glänzende Kontour rechts in seiner grössten Ausdehnung, wie am ganzen unteren Umfang und bekommt links eine weite Lücke; er tritt zwar nach kurzer Zeit im grössten Theil des links- und rechtsseitigen Umfanges wieder vor (*c*), zeigt aber grosse Unregelmässigkeiten seiner Form. In *b* und *c* wird eine sehr zarte, feine und blasse schräge Strichelung der Substanz der Cutikularschicht sichtbar.

Fig. 38. In *a* eine ganz ähnliche Schicht geschwellter, verflüssigter Cutikularsubstanz wie in 37 *a*. Dieselbe ist rechts und an ihrem oberen Ende glänzend und derb kontourirt, während sie links bis auf das obere und untere Ende eine sehr zarte, in feine Zacken auslaufende Grenzlinie aufweist. Nach Einleiten inducirter Ströme tritt an Stelle der letzteren und am unteren Ende der Schicht sofort ein glänzender, derber Contour vor, der nur links oben eine kleine

Lücke zeigt, während in dem bereits vorhandenen glänzenden Contour rechts ein Paar Lücken entstanden sind (*b*). Darauf verkürzt und verschmälert sich die von dem glänzenden Contour eingefasste Schicht und von ihrem unteren Ende schnüren sich ein Paar kleine, längliche, gleichfalls doppelt contourirte Körper ab (*c*). Der Rest der glänzend contourirten Schicht verkürzt sich noch mehr und es bleibt von derselben schliesslich nur der kleine Körper *d* zurück.

Fig. 39. Die der Oberfläche eines Haargliedes aufliegende Schicht verflüssigter, gefärbter Cutikularsubstanz (*a*) verlängert sich spontan etwas unter Aenderung der Form des links glänzenden, derben Contours (*b*). Auf Einleiten von Induktionsströmen gewinnt der Doppelcontour nach abwärts an Ausdehnung und endet unten mit einem kleinen, kegelförmigen Fortsatz (*c*). Dann treten Veränderungen in der Form des Doppelcontours ein, der gleichzeitig von zwei Stellen Unterbrechungen erhält. Die Begrenzung der Schicht nach rechts blieb auch nach Einleiten der Ströme eine verwaschene.

Fig. 40. Die der Oberfläche eines Köpfchens aufliegende Schicht erweichter Cutikularsubstanz (*a*) ist anfangs nur rechts derb und glänzend, links sehr zart und blass contourirt; während der Beobachtung verbreitete sich der Doppelcontour sehr rasch auch entlang des Umfanges links und liess nur unten ein schmales Stück frei (*b*). Im Verlaufe einer Viertelstunde traten keine weiteren Veränderungen ein, dagegen schwand nach Einleiten von Induktionsströmen der Doppelcontour rasch bis auf den unteren Abschnitt des rechten Randes (*c*), wurde hier derber, bog sich dann von den Enden her ein und schloss sich zur Bildung eines kleinen, rundlichen Körpers zusammen, der nach der Mitte der Scholle vorrückt und sich hier noch weiter verkleinert, während sich gleichzeitig aus der Substanz der letzteren ein Paar Gruppen derber, blasser Körnchen differenzirt haben (*d*). Contouren der Scholle sind nirgends mehr wahrzunehmen. Der ganze Vorgang erfolgte so rasch, dass es kaum möglich war, seinen Ablauf zu verfolgen.

Fig. 41. Bei *a* eine homogene, braune, umfangreiche Prominenz erweichter und geschwelter Cutikularsubstanz eines Haargliedes. Dieselbe wird im grössten Theile ihres Umfanges durch einen glänzenden derben Contour begrenzt und schliesst ein Paar Körnchenreihen und einzelne Fasern ein. Nach 5 Minuten langer Einwirkung von Induktionsströmen ändert sich die Form und Vertheilung der Einschlüsse und im mittleren Abschnitt entstehen ein Paar fädige Ringe.

Fig. 42. Durch Verklebungen zwischen den Gliedern benach-

barter Haare seitens verflüssigter Cutikularsubstanz sind zwei Köpfchen und ein Haarglied so weit genähert, dass sie nur durch schmale Zwischenräume von einander getrennt werden. Die sich gegenüber liegenden Abschnitte der Membranen der Köpfchen und des Haargliedes sind netzförmig differenzirt und mit einander durch drei in einem Knotenpunkte vereinigte Fäden verbunden. Mit Einleiten von Induktionsströmen löst sich sofort die Verbindung der letzteren und sie ziehen sich bis auf die zugehörige Netzschicht zurück.

Fig. 43. Nach Durchleiten von Induktionströmen durch die Netzlamelle *a* werden die Septen und ihre Knotenpunkte zum grossen Theil derber und verschmelzen untereinander zur Bildung undeutlich begrenzter knoten- und strangförmiger Gebilde (*b*).

Fig. 44. Während eines 5 Minuten langen Durchtretens von Induktionsströmen durch die Netzlamelle *a* kommt es zu einer Verdickung ihrer Fäden und Knotenpunkte, sie erhalten ein undeutlicheres, verwaschenes Aussehen und verschmelzen schliesslich zur Bildung einer homogenen Schicht (*b*), welche noch einzelne der früheren Maschen als Vakuolen einschliesst.

Fig. 45. *a* Netzlamelle von einem basalen Haargliede. Mit Eintritt der Ströme verkleinern sich zuerst die grossen Maschen, die Septen theilen sich und gehen andere Verbindungen ein, dann kommt es unter Undeutlichwerden und Verschwinden der Maschen zur Bildung homogener Schichten, die wieder untereinander zur Bildung einer grösseren homogenen Masse verschmelzen, in welcher dichtere, platten- oder strangartige Partien, eine Anzahl Vakuolen und truppweise eingestreute Körnchen unterschieden werden können (*b*). Der so entstandene Körper wurde im grössten Theil seines Umfanges durch eine schmale Netzschicht und nur rechts durch reiserförmig verzweigte Fäden eingefasst. Der Ablauf der Veränderungen erfolgte innerhalb weniger Minuten.

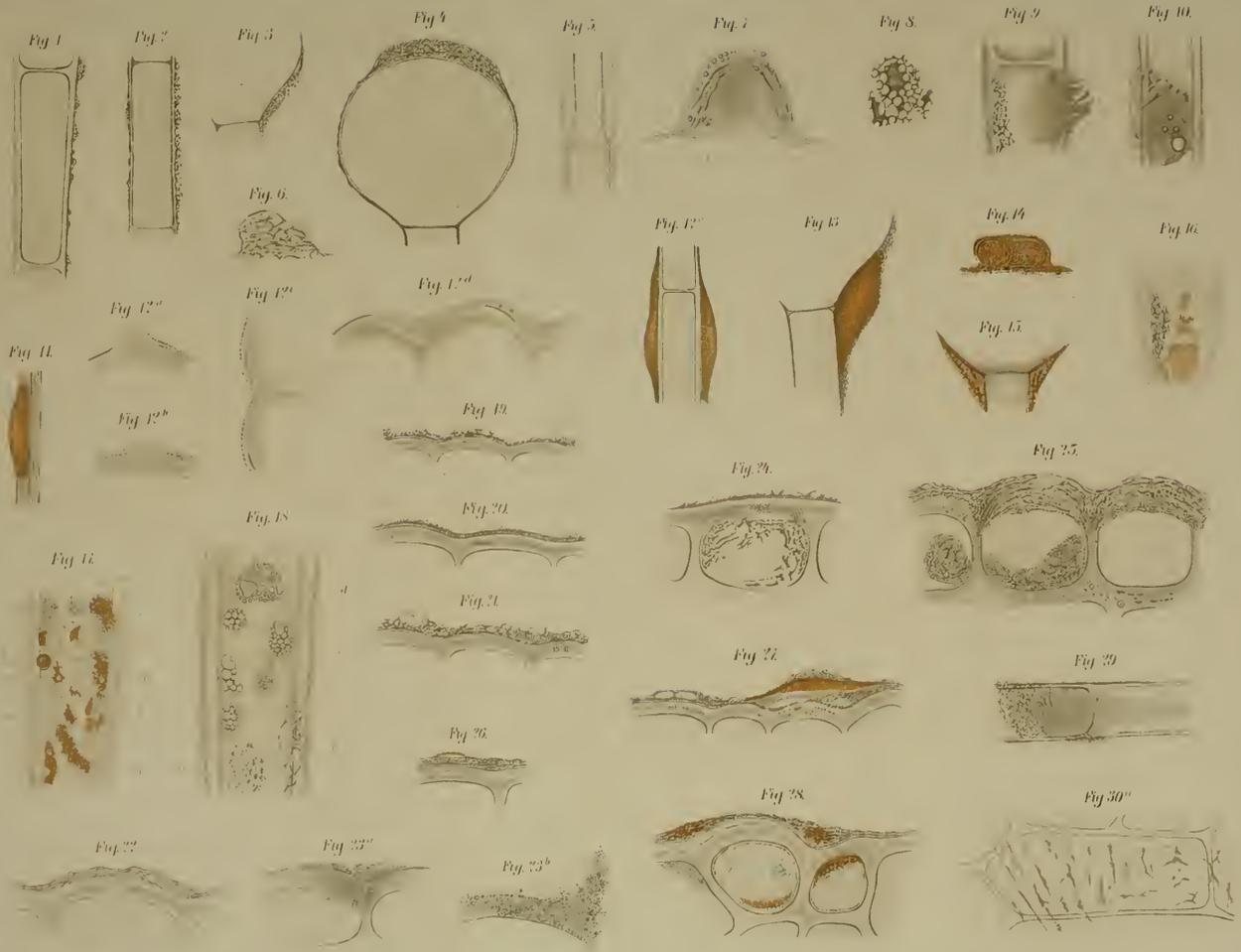


Fig. 30^a



Fig. 30^b



Fig. 30^c



Fig. 33.

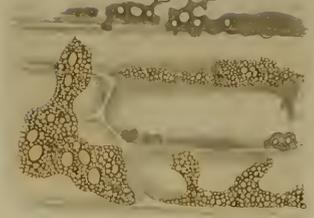


Fig. 36



Fig. 35^a



Fig. 37^a



Fig. 37^b



Fig. 37

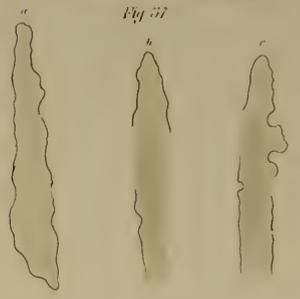


Fig. 37



Fig. 31



Fig. 38.

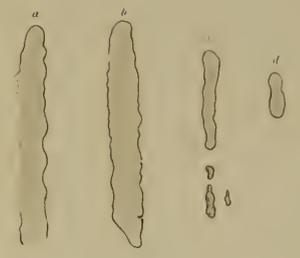


Fig. 33



Fig. 30

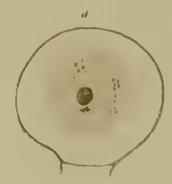


Fig. 41

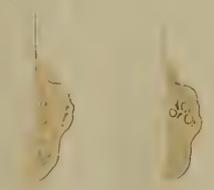


Fig. 43

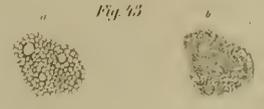


Fig. 39

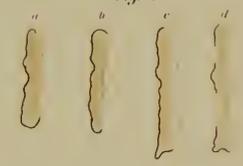


Fig. 45

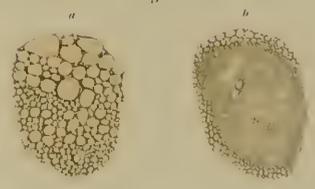


Fig. 44

