

Kleinere Mittheilungen und Correspondenz-Nachrichten.

Form, Mischung und Function der elementären Gewebstheile im Zusammenhang mit ihrer Genese,

betrachtet durch

Prof. **F. C. Donders.**

(Fortsetzung der Abhandlung in Bd. III, pag. 348 u. fg.)

I. Zellmembran.

b. Chemischer Theil.

Die Entstehung der Zellmembran muss, wie bereits im morphologischen Abschnitte erwähnt wurde, als eine organische Krystallisation eines im Werden begriffenen Stoffes gedacht werden. Diese Vorstellung, neben welcher keine zweite denkbar ist, deutet auf eine chemische Einheit, die weder für den Inhalt noch für die Zwischensubstanz in Anspruch genommen werden kann, eine theoretische Einheit, die durch die Erfahrung schon ihrer Sanction entgegensieht. Denn haben wir auch kleine Unterschiede in der Zellmembran angetroffen, so deuten doch ihre übereinstimmenden Eigenschaften unverkennbar auf eine chemische Gleichheit, die nur noch genauere chemische Beweise abzuwarten hat.

Die thierische Cellulose — so nannten wir diesen allen Zellmembranen gemeinsamen Stoff — lässt folgende Eigenschaften an sich unterscheiden:

1) Physikalische: Structurlose, glasartige Beschaffenheit; Durchsichtigkeit; sie ist stark Lichtbrechend, elastisch, und hat ein spezifisches Gewicht, das grösser ist als Wasser. Diese Eigenschaften gehen den verschiedenen aus der Zelle entwickelten Formen ebenfalls nicht ab. So finden wir die glasartige Beschaffenheit überall wieder; ebenso die Durchsichtigkeit.

Nur durch wiederholte Reflexion auf die Oberflächen von vielen einander bedeckenden Fasern entgeht die letztere manchmal der Beobachtung; aber diese starke Reflexion beweist auch schon, dass sie (die Zellmembran) in grossem Maasse das Licht bricht, was man übrigens auch aus der starken Zerstreung der durchgetretenen Lichtstrahlen erschliessen kann; nur bei sehr dünnen Zellmembranen ist dies in parallelen Flächen nicht so deutlich; die Elasticität endlich, die so deutlich in den elastischen Fasern und Geweben wahrgenommen wird, wird nicht weniger klar aus den endo- und exosmotischen Processen der Zelle und ihrer abgeleiteten Formen, wobei die Membran stets gespannt bleibt, sowie aus der durch Druck veränderten Gestalt die zur ursprünglichen zu kehren strebt.

2 Chemische: Unauflöslichkeit in Wasser, Alkohol und Aether, und Unveränderlichkeit der physikalischen Eigenschaften, die Durchsichtigkeit nicht ausgenommen, durch diese Agentien; Unauflöslichkeit in Essig- und anderen Pflanzensäuren; Schwerlöslichkeit in verdünnten Mineralsäuren, Schwefel-, Salz-, Salpetersäure; Unauflöslichkeit in Ammoniak und Schwerlöslichkeit in Natron und Kali, sogar in concentrirten Lösungen; Zunahme des Volumens durch Anschwellen durch Säuren und Alkalien, auch in ihren schwachen Lösungen bei gewöhnlicher Temperatur; Gelatinoswerden der Lösung in Alkalien; Schwerlöslichkeit in kochendem Wasser und Mangel des Gelatinirens der Lösung. Gelbe Färbung durch Salpetersäure, welches Gelb nach Zusatz von Ammoniak in Orange übergeht; Annehmen einer rothen Farbe durch das Millon'sche Reagens auf Proteine; fast keine Farbenveränderung durch Salzsäure und durch eine Mischung von Zucker und Schwefelsäure; Fällung durch Essigsäure aus der Kali- oder Natronlösung eines in einem Uebermaasse von Essigsäure unauflöslichen Stoffes, dem die hauptsächlichsten Eigenschaften der thierischen Cellulose eigen sind. Die thierische Cellulose zersetzt sich nicht leicht, selbst wenn sie von sich zersetzenden Stoffen umgeben ist. Ebenso verhält sie sich gegen pathologische Prozesse, den Process der Fettmetamorphose, wobei sie aufgelöst wird, ausgenommen. Soweit nun die Untersuchung zu entscheiden vermag (bei Zellmembranen ist die Farbenveränderung nicht immer deutlich wahrzunehmen), haben wir alle diese Eigenschaften in allen Zellmembranen und in allen aus ihnen gebildeten Formen wieder gefunden, doch möchten wir als am meisten für dies Studium geeignet, die elastische Faser empfehlen.

Die Uebereinstimmung der Zellmembran und der aus ihnen entstandenen Formen in ihren Eigenschaften will ich noch durch folgende Beispiele verdeutlichen.

In allen Horngeweben können die Elementarformen sowohl durch starke Säuren als durch starke Alkalien isolirt werden, weil die sie verbindende Zwischensubstanz aufgelöst wird, während die Zellmembranen der Auflösung widerstehen. Auch der Inhalt der Zellen wird flüssig durch Einwirkung von Kali und Natron, während die Zellmembranen lange unverändert bleiben. Spült man die Zellmembranen nach Behandlung mit Kali mit Wasser aus, so hat man sie so vorbereitet, dass man alle genannten Eigenschaften an ihnen wahrnehmen kann.

Dasselbe gilt von den Zellmembranen der Knorpelzellen. Ihre Unauflöslichkeit in Kali und Natron ist besonders deutlich, und wenn man sie darauf mit Wasser ausspült, bemerkt man oft auf die überzeugendste Weise, vorzüglich nach Hinzufügung von Essigsäure, dass sich Verzweigungen von den Zellmembranen aus durch die Zwischensubstanz verbreiten, die ganz die Eigenschaften von elastischen Fasern besitzen und mit den elastischen Fasern der Knorpelhaut zusammenhängen. Diese Verzweigungen beweisen deutlich die Identität des Stoffes der elastischen Fasern mit dem der Zellmembranen. Bisweilen bleibt nach Einwirkung von Mineralsäuren oder Alkalien von dem wahren Knorpel von erwachsenen Säugethieren noch etwas Zwischensubstanz übrig, wodurch die Knorpelkörperchen zusammengehalten werden; diese Substanz ist jedoch so schlaff und durchscheinend, und lässt sich so leicht falten, dass man sie deswegen wohl übersehen kann und die Knorpelkörperchen bereits isolirt wähnt, während sie es eigentlich doch noch nicht sind.

Wie *Archow's* 1) Befund an kranken Knochen schon vermuthen liess, ist

auch im Knochengewebe die Zellmembran nicht ganz zu Grunde gegangen, und hatte ich schon früher die Knochenkörperchen als Knochenzellen erkannt. Nicht selten sieht man am Knochenknorpel von frischen Knochen nach Einwirkung von concentrirter Salpeter- oder Salzsäure, auch wohl von Kali und nach respectiver Lösung der Zwischensubstanz durch diese Agentien, die Knochenzellen isolirt und sogar mit einigen Ausläufern versehen. In jeder so erhaltenen Knochenzelle ist ein Fetttropfen sichtbar, der nur dann vermisst wird, wenn man den Knochenknorpel vorher mit Aether behandelt hatte. Oft sieht man auch Kerne in diesen Zellen. Die Schwerlöslichkeit der Zellmembran ist demnach auch in diesem Falle, trotz ihrer Incrustation mit Kalksalzen, deutlich wieder zu finden. Man wird an den Zellmembranen der Ganglienzellen, sowie an den Membranen der Nervenfasern dieselben Eigenschaften antreffen. Was Kölliker ¹⁾ darüber sagt, ist sehr bemerkenswerth. «Sie sind unauflöslich in Essigsäure, selbst beim Kochen, ebenso in Natron, wenn sie kurze Zeit darin gekocht werden, werden gelb gefärbt durch Salpetersäure und Ammoniak, und scheinen durch Schwefelsäure und Zucker eine Farbenveränderung zu erleiden. — Demzufolge scheint die Nervenscheide noch am meisten mit dem elastischen Gewebe übereinzukommen, nur dass dieselbe in Alkalien weniger consistent ist.»

In den animalen Muskeln ist die Zellmembran in der Form des Sarkolemma vorhanden. Es ist dies derselbe Stoff, der nach Liebig übrig bleibt, wenn man die Muskeln mit einer schwachen Salzsäurelösung behandelt hat, derselbe Stoff, der, wie Frerichs uns lehrt, bei der Digestion unauflöst bleibt.

Dieselbe thierische Cellulose erkennen wir auch in den Membranen der organischen Faserzellen.

Will man der Entstehung der Haargefäße aus Zellen und ihrem Verhalten gegen Reagentien nachgehen, wobei wiederum die thierische Cellulose sich ergibt, so eignen sich am besten hierzu die Gefäße der Retina und des Gehirnes.

Es bleiben noch zu erwähnen übrig die Fettzellen, Pigmentzellen u. s. w. Sie zeigen immer wiederum dasselbe Verhalten, welches wir als der Zellmembran eigen erkannt haben.

Trotz diesem gemeinsamen Verhalten der verschiedenen erwähnten Formen in der Entstehung und chemischen Zusammensetzung gibt es doch geringe Unterschiede, die wir nicht unerwähnt lassen dürfen. Es sind die jungen Zellen, die in ihrer Unauflöslichkeit in den genannten Reagentien den älteren um etwas nachstehen. Man sieht an Durchschnitten der Haut, sowie an den sich immer neu entwickelnden Blut- und Schleimkörperchen, wie die jüngeren Zellen immer schneller sich auflösen als die älteren, wiewohl diese Auflösung nur scheinbar und geringer ist als man gewöhnlich glaubt ²⁾. Die Ursache dieser Erscheinung ist in der Dünne der jungen Zellmembran gelegen. Ganz unauflöslich sind auch die älteren nicht, ihre Unauflöslichkeit ist nur relativ; kann es nun da Wunder nehmen, dass die dünneren jüngeren Zellmembranen kürzere Zeit Widerstand leisten als die älteren dickeren? Jüngere Zellen, die etwas dicker und dadurch den älteren ähnlicher sind, verhalten sich gerade wie diese. — Abgesehen von diesem Unterschiede, der von der Dicke der Membranen ab-

¹⁾ Mikr. Anat. Bd. II, S. 397.

²⁾ Holl. Beiträge. Bd. I, S. 56 u. 61.

hangig ist, scheint jedoch noch ein anderer zu bestehen, ein Unterschied, wie wir ihn jedoch bei allen gleichartigen Substanzen, z. B. beim leimgebenden Gewebe wieder finden. Ist nicht Leim chemisch immer derselbe Stoff, mag das Gewebe, welches wir durch Kochen in Leim überführen, kürzere oder längere Zeit brauchen, um sich zu lösen. Schon ein geringer Unterschied im Aggregationszustande kann eine trägere oder raschere Auflösung zur Folge haben. Bei jungen Zellmembranen ist vielleicht ihr höherer Wassergehalt von Bedeutung, der schon aus dem starken Schrumpfen von jungen Geweben, die getrocknet werden, ersichtlich ist, und auch bei einigen Untersuchungen direct von mir nachgewiesen wurde. In jungen Froschlärven fand ich nur 6,07%, in einem 8 Cent. langen Embryo einer Kuh nur 4,615% feste Bestandtheile. Meine Vermuthung, dass die grössere Auflöslichkeit auch in der geringen Quantität an organischen Substanzen ihren Grund habe könne, fand ich durch die Untersuchung nicht bestätigt; ich fand im Gegentheil die Menge derselben sehr gross.

Genug! bestehen Unterschiede im Verhalten der Zellmembran, so finden dieselben ihren Grund in den Altersverhältnissen, sowie im Aggregationszustande derselben, und kommt hier der angeführte Wassergehalt, durch den die Berührungspunkte für die Einwirkung der Reagentien vermehrt werden, vor Allem in Betracht.

Die glasartigen Membranen, wie die Membrana Descemetii, Capsula lentis, kommen in ihren Eigenschaften ganz mit denen der Zellmembran überein. Die physikalischen Eigenschaften sind vollkommen dieselben; eine dicke Zellmembran, wie die Zona pellucida, zeigt auch gaoz das Verhalten einer glasartigem Membran. Die chemischen Eigenschaften stimmen nicht weniger überein, einige unbedeutende Unterschiede ausgenommen. So scheint die Schwefelsture die glasartigen Membranen leichter theilbar und zerbrechlich zu machen, als z. B. die elastischen Membranen in den Gefässen u. s. w. Immer aber sind der Uebereinstimmungen genug, um gleiche chemische Zusammensetzung und gleiche Entwicklung annehmen zu dürfen.

Diese Entwicklung liegt jedoch immer noch im Dunkeln. Quere Durchschnitte von der getrockneten Cornea und der Membr. Descem. (die mit einer Reihe von hohen dickwandigen Epitheliumzellen bekleidet war) eines 8 Centim. langen Kalbsembryos Hessen mich schon ihre Structurlosigkeit wahrnehmen. Der einzige wahrnehmbare Unterschied im Vergleiche zum erwachsenen Zustande war in der Dicke gelegen. Dasselbe sah ich an etwas älteren menschlichen Embryonen. Man wird also für das Studium der Entwicklung dieser Gewebstheile noch viel jüngere Embryonen untersuchen müssen. Unverkennbar ist indess die Aehnlichkeit derselben mit mauchen elastischen Membranen der Arterien und Venen, die zweifelsohne ihre Entstehung der Verwachsung von elastischen Fasernetzen, die sich in einer und derselben Fläche verdichten, verdanken. Eine gleiche Entstehungsweise der glasartigen Membranen gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man den Zusammenhang der Membr. Descemetii an ihrem Umfange mit einem ähnlichen Fasernetze, sowie den der vorderen structurlosen Haut der Cornea mit den von ihr ausgehenden elastischen Fasern, die sich in den oberflächlichen Lagen der Cornea zerstreuen, bedenkt, und hiermit wäre wiederum ein gleichartiger Stoff zurückgebracht auf die Einheit des Ursprunges.

Fine Ablagerung von thierischer Cellulose an verschiedenen Oberflächen (hin und da auch als Basement-Membran) würde an und für sich nichts Fremdartiges haben; die Bedingungen für die Entwicklung von Zellen könnten hier an Mangel an Blastem fehlen. Auch wäre es möglich, dass die Zellen zusammen-

wachsen und ihr Inhalt aus thierischer Cellulose selbst bestände, wie dies bei der Entwicklung der elastischen Fasern wirklich geschieht. Es fehlen uns die Facta, um uns hier bestimmter ausprechen zu können, und wir müssen daher diesen Punkt unentschieden verlassen. Nur das ist und bleibt deutlich, dass die Cellulose im Werden geneigt ist, sich auf bereits gewordener abzulagern, dass sie sich in der Zwischensubstanz verzweigen kann als ein von der Zellmembran ausgehendes Netz, und dass, soll die Cellulose anders die Form einer Zelle annehmen, ein weiches Blastem vorhanden sein muss.

Nachdem wir hiermit die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Zellmembran kennen gelernt haben, kommt die Frage nach ihrer chemischen Zusammensetzung in Behandlung. Das Verhalten der Zellmembran gegen einige Reagentien, wie gegen Salpetersäure und Ammoniak, und gegen das Reagens von Millon lässt der Vermuthung Raum, dass dieselbe zur Gruppe der Proteinkörper gehöre. Dass diese Reactionen der Zellmembran und nicht dem Zellinhalte zukommen, geht daraus hervor, dass sie auch noch statt findet, nachdem die Zellmembranen wiederholt entweder direct oder nach vorherigem Kochen mit Essigsäure oder Digeriren mit Kali mit Wasser ausgespült wurden. Bedenken wir aber, dass diese Reactionen nur andeuten, dass ein gewisses Zersetzungsproduct zu Stande gekommen ist, und dass dieselben Producte aus ganz verschieden zusammengesetzten Verbindungen gebildet werden können, so müssen wir gestehen, dass die angegebene Vermuthung jeder festeren Stütze entbehrt, um so mehr, wenn wir noch hinzufügen, dass auf der anderen Seite sehr viele und essentielle Eigenschaften der Proteinkörper an den Zellmembranen vermisst werden.

Von chemischen hierher gehörigen Arbeiten sind die von *Schultze* und *Tilanus* zu nennen.

*Schultze*¹⁾ bringt die elastischen Fasern zu dem leimgebenden Gewebe zurück aus folgenden Gründen.

Die elastischen Fasern bieten dem Kochen nicht bis ins Unendliche Widerstand, lösen sich vielmehr schliesslich ganz, besonders wenn sie unter hohen Druck kommen. Aber welcher organische Stoff würde, auf diese Weise behandelt, nicht zuletzt in einen fein vertheilten Zustand übergehen, den wir Auflösung nennen könnten? Sind darum alle organischen Stoffe leimgebende? Selbst wenn die erhaltene Substanz von *Schultze* Leim gewesen wäre, so könnte hier doch von Gelatiniren keine Rede sein, weil zu lange gekocht wurde; die übrigen Reactionen aber fand *Schultze* selbst ziemlich abweichend und wenig charakteristisch für Leim. *Schultze* scheint viel auf den Geruch von Leim gegeben zu haben; aber derselbe hat doch sehr wenig zu bedeuten, wird oft bei wirklichem Leime nicht wahrgenommen und ist manchmal bemerkbar beim Coaguliren von Blutserum, wenn es gekocht wird, wo doch von Leim keine Rede sein kann. Diese Arbeit gibt also wenig oder nichts für unseren Zweck an die Hand.

Tilanus hat die ersten chemischen Analysen von elastischem Gewebe ausgeführt und vorerst ermittelt, dass das geraspelte Ligamentum nuchae nach 100stündigem Kochen, wenn das Bindegewebe aufgelöst ist, dem Wasser nur Spuren von auflöselichen Substanzen abgibt, ferner dass die elastischen Fasern

¹⁾ De arteriarum notione, structura etc. Gryphiae 1849.

4—5 Stunden in Essigsäure gekocht, unverändert bleiben, dann braun werden, wobei der Kohlenstoffgehalt zunimmt. Er leitet aus seinen verschiedenen Analysen folgende Formel für das elastische Gewebe ab: $C_{52} H_{80} O_{14} N_{14}$ mehr Schwefel. Diese Formel steht für sich da, und ist ebenso eigenthümlich wie das übrige chemische Verhalten der elastischen Faser. Ist nun die chemische Zusammensetzung der Zellmembranen durch diese Formel ausgedrückt?

Da bis jetzt die Zellmembran, bei Analysen von Horngebilden u. s. w., nie rein untersucht wurde, so kann diese Frage nicht bejahend beantwortet werden. Vieles bleibt hier noch zu thun übrig; doch sind die Schwierigkeiten, um die elastische Faser in ihren Decompositionsproducten nachzusuchen, nicht unüberwindlich. Uns war es für jetzt nur darum zu thun, den Verband zwischen dem Ursprung und den chemischen Eigenschaften anzudeuten, und eine analoge, wenn nicht gleiche Zusammensetzung aller Zellmembranen, wie aller aus ihnen entwickelnden secundären Formen zum höchsten Grade der Wahrscheinlichkeit zu bringen.

Im morphologischen Theile war ich schon bemüht, mit Nachdruck auf die besondere Erscheinung aufmerksam zu machen, dass in Thieren und Pflanzen ein Stoff entsteht, dessen Haupteigenschaft ist, die Form einer Zellmembran anzunehmen. Ein Kriterium von grösserer Bedeutung als dieses wird nie in einem Stoffe wiedergefunden. Fügt man die übrigen Eigenschaften dieser Stoffe zu den genannten, so drängt sich uns die Vermuthung, es möchte dieser Stoff für Thiere und Pflanzen derselbe sein, immer mehr auf. — In den physikalischen Eigenschaften unterscheiden sich die thierische und vegetabilische Cellulose durchaus nicht von einander; Säuren, wie Alkalien, wirken beim Einen wie beim Andern und, was mehr ist, so erscheint die Uebereinstimmung der physikalischen Formveränderungen vollkommen zustimmend. Die Pflanzen- wie die Thierzelle kann in verschiedenen Richtungen wachsen; beide können zum Theil resorbirt werden, um zu Röhren zusammenzuwachsen; beide bilden Verzweigungen, die sich unter einander vereinigen können u. s. w. Die Physiologie konnte hier vielleicht zu einem Schlusse verleiten, dem die Chemie mit entschiedenem Thatsachen entgegenzutreten musste; denn wir wissen, dass die genannten Stoffe, die physiologisch eine so grosse Uebereinstimmung darbieten, chemisch verschieden sind, der eine ist ja stickstofflos, der andere stickstoffhaltig; sie lassen durch verschiedene Reagentien verschiedene Farbenveränderungen wahrnehmen u. s. w. Es ist Sache der Chemie, uns über die Uebereinstimmung von chemisch so verschieden constituirten Stoffen zu belehren. Nur Eins glauben wir noch hinzufügen zu dürfen. Es ist der Versuch, den hierher gehörigen Untersuchungen mit einer Hypothese voranzugehen, eine Hypothese, die, heile ich mich, es hinzuzufügen, mir nicht ans Herz gewachsen ist. Nach ihr würden wir zur Annahme von verschiedenen Verbindungen von Cellulose mit stickstoffhaltigen Stoffen hingewiesen, die, ohne den Charakter von Cellulose zu alteriren, als Bestandtheile von Zellmembranen auftreten könnten.

Für unsere Hypothese führen wir *Schmidt's* Entdeckung von pflanzlicher Cellulose in einigen wirbellosen Thieren an. Aus ihr werden gerade wie bei den Pflanzen die Zellmembranen und manchmal auch die mit den Zellmembranen verschmolzene Zwischensubstanz (*Masse fondamentale*) gebildet. Daran schliesst sich die ebenfalls von *Schmidt* gefundene Chitine, ein Stoff, aus dem die Zellmembranen in den Flügeln von vielen Insecten und in der harten Schale

von vielen Crustaceen zusammengesetzt sind. Chitine hat übrigens ausser vielen mit Cellulose übereinstimmenden Eigenschaften, eine chemische Zusammensetzung, durch die Formel $C^{17} H^{28} N^2 O^{11}$ ausgedrückt, welche Formel ungefähr die Zusammensetzung von Cellulose + Proteinverbindungen ausdrückt. Data scheinen uns den Verband von Cellulose in Pflanzen und Thieren einigermaassen aufzuklären. Denn vergleichen wir die Zusammensetzung von Cellulose, Chitine und thierischer Cellulose (elastischen Fasern), so sehen wir, bei übereinstimmenden Eigenschaften und physiologischer Bedeutung den N-Gehalt stets zunehmen.

Wie dem auch sei, das steht vorläufig fest, dass die Zellmembranen und alle daraus entstandenen Formen eine gleiche oder sehr ähnliche chemische Zusammensetzung haben.

c. Physiologischer Theil.

Bei gleichem Ursprung und gleicher Zusammensetzung müssen auch der Stoffwechsel und die Function dieselbe sein. Prüfen wir diesen Satz näher in seiner Übereinstimmung mit den Erscheinungen.

Sowohl in den Zellmembranen, wie in den daraus abgeleiteten Formen haben wir eine Eigenschaft kennen gelernt, die ihre gehörige Würdigung noch nicht gefunden hat — ich meine die Elasticität. Diese Eigenschaft ist über alle Zweifel erhaben. Die Erscheinungen der Endosmose und Exosmose, wobei der Inhalt von Zellen und Fasern ab- und zunehmen kann, und die Zellmembran nichtsdestoweniger gespannt bleibt — die Formveränderungen auf angewendeten Druck, und die Herstellung der ursprünglichen Form, wenn er nachlässt, die Zusammenziehung und Ausdehnung der primitiven Muskelbündel, wobei das Sarkolemma stets glatt bleibt; der Widerstand, den dieses Sarkolemma (die Zellmembran) der Ausdehnung bietet, während der Inhalt mitunter zerbricht — die Ausdehnung und Verengerung der Haargefässe (selbst nach dem Tode noch wahrnehmbar) reichen mehr denn zur Genüge hin, um jeden Zweifel an der Elasticität der Zellmembran unmöglich zu machen.

Diese Eigenschaft der Zellmembran schätzt man in den elastischen Fasern als Ursache von Bewegung, oder lieber hauptsächlich als Antagonist der Schwere und als Conservator der bewegenden Kraft. Als Antagonist der Schwere wirkt das Lig. nuchae bei vielen Thieren beim in die Höhe Heben des Kopfes, wirken die gelben Bänder beim Menschen beim Erbeben des durch Muskelkraft unter geringer Mitwirkung der Schwere nach vorne gebogenea Rumpfes. Als Conservator der bewegenden Kraft treten die elastischen Fasern in den Lungen und Gefässen auf. In den Lungen wird die beim Einathmen zur Ausdehnung verwendete Kraft in gewisser Summe bewahrt, um wiederum als Bewegkraft beim Ausathmen mitzuwirken. Im Gefässsysteme wurde die elastische Arterie durch die Herzaction ausgedehnt, und die in den Arterien so aufbewahrte Kraft wird eine Blut fortbewegende sogar während der Diastole des Herzens.

Die Bedeutung der elastischen Fasern bei den genannten Erscheinungen ist schon längst erkannt, nicht so die der elastischen Zellmembran. Ihre Bedeutung wird, wenn ich mich anders nicht irre, ganz in folgenden Worten zusammengefasst: Der Inhalt der elastischen und durchdringbaren Zellmembran steht unter höherem Drucke als das sie umgebende flüssige Medium. Dass dem so ist, dafür möchte wohl jeder Beweis überflüssig sein, denn steht nicht dieser Inhalt unter dem allgemeinen Drucke und dem der gespannten elastischen Membran?

Die grössere Dichtigkeit der in den elastischen Zellmembranen enthaltenen Flüssigkeiten ist eine erste Thatsache, die hiermit in Uebereinstimmung zu bringen wäre. Gerade so wie das Blut — eine dichtere Flüssigkeit unter schwerem Drucke — der Nahrungsflüssigkeit — einer dünneren unter geringerem Drucke — Gleichgewicht hält, so besteht ein Gleichgewicht zwischen dem dichteren Inhalte der Blutkörperchen und dem Blutplasma, zwischen dem dichteren Inhalte von allen Zellen und der dünneren Nahrungsflüssigkeit ausserhalb der Zellen. Zweifelsohne müssen wir uns die Nahrungsflüssigkeit der verschiedenen Gewebe als unter verschiedenem Drucke stehend vorstellen, und damit steht wiederum die Dichtigkeit und Constitution (chemische) jener Flüssigkeiten in Verband. Die Zellmembranen isoliren also nicht allein den Stoff bis zu einem gewissen Maasse — eine erste Bedingung für Differenzirung des Stoffes — sondern bedingen auch durch ihre Elasticität den Unterschied zwischen Inhalt und Intercellularsubstanz. *Volterrom* ¹⁾ und zum Theil schon *Beclin* ²⁾ haben in ihren Dissertationen den mechanischen Stoffwechsel zwischen dem Blute und der Nahrungsflüssigkeit auseinandergesetzt. Aus ihren respectiven Arbeiten geht hervor, dass jeder verminderte, vom Blute ausgehende Druck, der nicht in gleichem Maasse die Nahrungsflüssigkeit trifft, Resorption, jeder erhöhte dagegen Ausschwitzung zur Folge hat. Der hierdurch unaufhörlich unterhaltene Stoffwechsel zwischen Blut und Intercellularflüssigkeit muss in gleichem Maasse seine Anwendung finden auf die innerhalb und ausserhalb der Zellmembran befindlichen Stoffe. Der Druckunterschied der innerhalb und ausserhalb der Zellmembran befindlichen Stoffe ist dem Grade der Spannung, d. i. Ausdehnung der Zellmembran proportionirt; die nothwendige Folge davon ist, dass, wenn zeitlich mehr aus der Zellmembran nach aussen dringt, als aufgenommen wird, die Bedingung für Aufnahme neuer Stoffe, im entgegengesetzten Falle die für Ausschwitzung in die Zwischensubstanz geboten wird. Und so ist nun die Elasticität der Zellmembran zum Regulator des mechanischen Stoffwechsels geworden! Dies genüge für den Augenblick.

Besitzen die Zellmembranen und die aus ihnen abgeleiteten Formen neben der Elasticität auch das Vermögen der Contractilität?

Für manche Formen lautet die Antwort bestimmt verneinend. Wer würde zum Beispiel der elastischen Faser ein contractiles Vermögen zuerkennen wollen? Ihre Eigenschaften bleiben ja nach wie vor dem Tode dieselben; ihre Verkürzung folgt ja nur einer vorausgegangenen Ausdehnung und kommt nur auf Rechnung der Elasticität. Wie verhält sich nun in dieser Hinsicht die Zellmembran? Wenn es vielleicht gewagt wäre, ihr a priori Contractilität abzusprechen, so entnehmen wir doch dem vorausgesetzten Zusammenhang von Ursprung, Zusammenhang und physiologischen Eigenschaften das Recht, die etwa für die Contractilität anzuführenden Gründe einer strengen Prüfung zu unterwerfen. Wir werden aber gleich sehen, dass diese Gründe der Prüfung nicht gewachsen sind, und dass alle Erscheinungen, die der Contractilität zugeschrieben wurden, ihre Erklärung finden in der Elasticität der Gewebe, den endosmotischen und exosmotischen Erscheinungen, auch wohl in dem Zusammenziehungsvermögen des Inhaltes.

Die Contractilität der kleineren Gefässstämme ist ohne Weiteres durch manche

¹⁾ Nederl. Lancet. 2^{de} Serie. D. V. p. 664 seq.

²⁾ Nederl. Lancet. D. V. p. 471 seq.

Autoren von diesen auf die Haargefäße übertragen worden. Diese falsche Auffassung, die stillschweigend noch manche Anhänger zählt, findet leicht ihre Widerlegung in Dem, was durch verschiedene Untersuchungen ans Licht gebracht ward. *Henle*, der schon in seiner allgemeinen Anatomie das Ungenügende der damals angeführten Versuche nachgewiesen hatte, beweist in seiner rationellen Pathologie die Unwahrscheinlichkeit ¹⁾ der Contractilität der Haargefäße. Die Gebrüder *Weber* haben zu diesen Gründen den entscheidenden Versuch gefügt. Es war ihnen unmöglich, durch Electricität an Haargefäßen des Mesenterium des Frosches Zusammenziehung wahrzunehmen, wogegen dieselbe bei kleinen Gefäßstämmen nicht ausblieb. Zu demselben Resultate kam *Wharton Jones*, der an durchschnittenen Haargefäßen weder an der Wundöffnung, noch im weiteren Verlaufe des Gefäßes Zusammenziehung wahrnehmen konnte ²⁾.

Hiermit betrachten wir die Contractilität der Haargefäße als biolänglichlich widerlegt.

Contractionen von elementären Zellen sind durch *Kölliker* und *v. Siebold* wahrgenommen. *v. Siebold* entdeckte eine eigene selbstständige Bewegung in den Eizellen der Planarien; *Kölliker* sah die contractilen Formen erst bei der Entwicklung des Embryos. Weiter ist die Contraction der Herzzellen in Embryonen von *Alytes* und *Sepia* (*Kölliker* und *Vogt*) und *Rana* (*Schröder van der Kolk*), wie in der Schwanzblase von *Limax*embryonen bekannt. In allen diesen Fällen fragt es sich jedoch, welcher Theil der contractile ist, die Zellmembran oder der Zellinhalt?

Die Contractilität des Zellinhaltes wird bei den primitiven Muskelbündeln von Niemandem bezweifelt; lässt sich nun nicht dasselbe für die Contraction der Muskelzellen des embryonalen Herzens annehmen? Die Bewegung der Eizellen von Planarien will *Kölliker* und *v. Siebold* aus mir unbekanntem Gründen von der Zellmembran ausgehen lassen. Die Erscheinung lässt aber sich ebenso gut aus der Zusammenziehung des feinkörnigen, nicht flüssigen Inhaltes erklären. Ich kann mich daher noch nicht entschliessen, *Kölliker's* Worten ³⁾: »dass als contractile Theile im Thierreiche (nur) zweierlei auftreten, nämlich »Zellmembranen und Zellinhalt, welche entweder für sich allein oder zusammen »einen contractilen Elementartheil bilden«, Gesetzeskraft heizumessen.

Wir können den Standpunkt dieser Frage in folgenden Worten zusammenfassen:

Die elastischen Fasern und viele Zellmembranen besitzen keine Contractilität. Der Inhalt von manchen Zellen ist contractil.

Wo daher Contraction wahrgenommen wird, ohne dass die directe Beobachtung uns darüber belehren kann, ob sie von der Zellmembran oder ihrem Inhalte ausgehe, bringen wir sie mit Recht auf Rechnung des Inhaltes. Ausser der von *Ecker* genau untersuchten Sarcode kennen wir keine contractile Substanz, als den Inhalt der Muskelbündel (auch im embryonalen Zustande) und der Muskelfaserzellen.

Je nachdem wir es mit verschiedenen Stoffen zu thun haben, werden auch die physiologischen Aeusserungen verschieden sein. Diese werden durch jene bedingt. Contraction ist eine Lebensthätigkeit, die im Stoffwechsel ihren Grund

¹⁾ Bd. II, S. 465.

²⁾ On the state of the blood and the bloodvessels in inflammation. In *Guy's Hospital Reports*. 2. Serie, Vol. VII, P. 4.

³⁾ Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 1, S. 213, allgem. Bemerkungen.

hat. Kein Wunder demnach, dass die thierische Cellulose, deren Stoffwechsel so unbedeutend ist, der Eigenschaft, sich zusammenzuziehen, entbehrt.

Die Unauflöslichkeit der thierischen Cellulose in Wasser, ihre Schwerlöslichkeit in Alkalen und Säuren, ihre langsame Zerstörung durch Fäulniss, Eiter oder Tuberkelprocess, sind dies nicht alle Eigenschaften die auf trägen Stoffwechsel schliessen lassen? Ja noch mehr! Die elastischen Fasern nehmen beim Abmagern kaum an Umfang ab, die Zellen, deren Inhalt fast verschwindet, bleiben unverändert oder werden sogar in manchen Formen eher dicker als dünner (z. B. das Sarkolemma der primitiven Muskelbündel), während alle die Elemente, deren Stoffwechsel lebhaft ist, bei mangelnder Blutzufuhr schnell abnehmen.

Die Intercellularsubstanz wie der Zelleninhalt werden uns bei ihrer Behandlung noch Gelegenheit bieten, manchen schon erwähnten Punkt in noch klareres Licht treten zu lassen. Fassen wir zum Schlusse die Resultate unserer bisherigen Betrachtungen über die Zellmembranen zusammen, so ergibt sich Folgendes.

1) Sowohl in Pflanzen wie in Thieren entsteht eine unauflösliche Substanz aus einer gelösten, die vermöge ihrer Constitution die Form einer Zellmembran annimmt.

2) Die thierische Zellmembran bleibt als solche bestehen, oder verdickt sich, oder unterliegt der Resorption. Sie wächst in verschiedenen Richtungen und vereinigt sich, mit oder ohne Verzweigungen, mit anderen Zellmembranen. Sie atrophirt, verliert Kern und Inhalt und wird zur Faser, welche Fasern untereinander Netze bilden, die wiederum durch Verdickung und Verwachsen zu Membranen sich gestalten können. Die Atrophie der Zellmembran wird durch frühzeitige Entwicklung und faserige Organisation der Zwischensubstanz bedingt.

3) Die thierischen Zellmembranen und alle aus ihnen entwickelten Formen besitzen dieselben chemischen und physikalischen Eigenschaften; sie haben eine analoge chemische Zusammensetzung.

4) Diese Substanz, die der Einwirkung der meisten chemischen Reagentien starken Widerstand leistet, nimmt trägen Antheil am Stoffwechsel und besitzt weder Contractilität noch Gefühl.

5) Die physiologische Bedeutung dieser Substanz beruht auf ihren physikalischen Eigenschaften. Als elastische Faser ist sie wichtig für die mechanischen Vorgänge im Thierkörper; als umhüllende Membran vertheilt sie den Stoff in Millionen selbstständige Grüppchen; als durchdringbare Membran veranlasst sie einen beständigen Stoffwechsel, als elastische Membran bringt sie ihren Inhalt unter höheren Druck und bildet hiermit eine Grundlage für die Verschiedenheit von Inhalt und Zwischenstoff, d. h. sie ist Moderator des mechanischen Stoffwechsels.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1852-1853

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Donders F. C.

Artikel/Article: [Kleinere Mittheilungen und Correspondenz-Nachrichten. 242-251](#)