

Lebenserscheinungen als Maßstab für die Protoplasmastruktur.¹⁾

Von Paul Ernst.

In diesen Verhandlungen haben Ende der 80er und Anfang der 90er Jahre QUINCKE und BÜTSCHLI ihre bedeutungsvollen Anschauungen über die Zelle, ihre Struktur und ihre Bewegung niedergelegt. Durch Einführung physikalischer Gesichtspunkte in die Betrachtungsweise brachten sie einen wesentlichen Fortschritt im Sinne des HELMHOLTZ'schen Ausspruches, daß es das Endziel der Naturwissenschaft sei, sich in Mechanik (d. h. in Stoff und Bewegung) aufzulösen. QUINCKE zeigte, daß mit der Ausbreitung von Öl an der Grenze von Wasser und Luft Bewegungserscheinungen verbunden seien, und benützte diese zur Erklärung der Protoplasmaströmung. BÜTSCHLI sah das Wesen der Protoplasmastruktur in einem schaum- oder wabenähnlichen Bau, indem er sich auf die Ähnlichkeit des optischen Bildes des Protoplasma mit künstlich hergestellten Ölseifenschäumen stützte. Wurde ein Gemisch von Öl mit Pottasche oder Zucker in Wasser gebracht, so wurden feine Wasserteilchen angezogen und im Öl suspendiert. Durch diese Einbettung kleinster Vakuolen in einer homogenen Grundsubstanz wurde diese zu dünnen Lamellen zusammengedrängt. An der Oberfläche stellen sich die Randwaben senkrecht in Gestalt einer Alveolarschicht, eines Alveolarsaumes auf, und ebenso um Einlagerungen oder Vakuolen stellen sie sich radiär. Sie folgen der Zugrichtung in Form von Fibrillen, Streifen und radiären Strahlen. Dadurch, daß der Schaumbau die größte Oberflächenentwicklung zwischen Wand und Wabeninhalt gewährt, ist er zum osmotischen Apparat geeignet, worin

¹⁾ Vortrag, gehalten am 12. Juni 1914 in der Gesamtsitzung des Naturhistorisch-Medizinischen Vereins zu Heidelberg.

jede Schaumkammer einer osmotischen Zelle entspricht. In der Frage, ob das optische Bild eines Netzes einem schwammigen System mit offenen, miteinander verbundenen Lücken und Maschen oder aber einem Wabensystem mit geschlossenen Kammern entspreche, entscheiden physikalische Gründe, nicht optische, da hierzu die Schaumzellen von höchstens 1μ Durchmesser zu klein sind. Die Analogie mit Ölseifenschäumen führt zur Forderung eines flüssigen (dick- und schwerflüssigen) Aggregatzustandes des Plasma. In den Ecken und Kanten und Knotenpunkten der Wabe sind Körnchen eingelagert, die mit Mohnsamen, Kienruß und Carmin in groben Schäumen nachgeahmt werden konnten, und zwar so, daß sie auch in die Knotenpunkte der Schäume zu liegen kamen. Ähnliches gelang PLATEAU mit Lykopolodium. Die Körnchen liegen in den Knotenpunkten, wenn ihre Adhäsion zur Wandmasse größer ist als zum Inhalt, ist aber ihre Adhäsion zum Inhalt größer, so treten sie in die Wabenräume aus. Bei der Voraussetzung eines flüssigen Aggregatzustandes ist ein Netz mit offenen Maschen ein Ding der Unmöglichkeit, weil es durch Oberflächenspannung in Tropfen zerfallen müßte. Es gibt nur zwei Möglichkeiten, entweder Schaum oder Emulsion.

Die Kolloidchemie hat BÜTSCHLIS Werken zugestimmt und rechnet sie zu ihren klassischen Grundlagen. Nach ihr ist der Wabenbau eine mögliche Struktur der Gallerten. Diese, als heterogene zweiphasige Systeme haben je nach der Mischung der Phasen eine Struktur in Form von Tröpfchen, oder aus Tröpfchen zusammengesetzten Netzen, Maschen oder Waben, die aber nur bei verschiedener Brechung der beiden Phasen in den Bereich der Sichtbarkeit treten. In verdünnten Emulsoiden scheiden sich Tröpfchen der konzentrierten Kolloidphase ab und schweben im Dispersionsmittel, bei höherer Konzentration legen sich die Tröpfchen zum offenen Netzwerk zusammen, nach Art eines Schwammes ohne geschlossene Kugelflächen. In noch konzentrierteren Lösungen treten Tröpfchen des dünneren Dispersionsmittels auf und sind in der geschlossenen Kolloidphase eingebettet wie Honig in Waben. Die Rollen von disperser Phase und Dispersionsmittel sind nun vertauscht („Alternieren der Phasen“). Im ersten Falle haben wir Granulastruktur oder negative Schaumart (schaumartige Emulsion), im zweiten Netz- oder Schwammstruktur, im dritten Wabenstruktur (positive echte Schäume). Die Tröpfchengröße steht im umgekehrten

Verhältnis zur Konzentration. Neben BÜTSCHLI verdanken wir diese Tatsachen QUINCKE und HARDY. Diese Strukturen der Kolloide sind der direkten Beobachtung dadurch zugänglicher gemacht, daß durch Ultramikroskop und Dunkelfeld die Grenze der Sichtbarkeit von $\frac{1}{3} \mu$ bis zu $4 \mu\mu$ hinausgerückt worden ist. Dadurch hat sich bekanntlich die Frage nach der Sichtbarkeit der Moleküle erhoben, da z. B. das Stärkemolekül auf $5 \mu\mu$ berechnet ist.

Vom Jahre 1886 an hat sich unabhängig von diesen Anschauungen die Granulalehre entwickelt, deren Wurzel bis auf SCHLEIDEN und MOHL zurückreicht, die aber durch ALTMANN einen Aufschwung nimmt. Zwar hat auch BÜTSCHLI in Bild und Wort jene Granula in den Kanten und Ecken der Schaumwände gewürdigt und den ALTMANN'schen gleichgestellt, aber in seinen Schlußfolgerungen spielen sie keine bedeutende Rolle und werden wenig beachtet. Dagegen sah nun ALTMANN in ihnen wesentliche und unentbehrliche Bestandteile der Zelle, Zellorgane, die der Resorption, der Assimilation, dem Wachstum (*omne granulum e granulo*) der Speicherung von Reservestoffen, der Sekretion dienen. ALTMANN hatte seine Lehre mit allerhand theoretischem Beiwerk beschwert, das ihrer Anerkennung im Wege stand, so die Verkündung der Granula als Elementarorganismen, die Anschauung, daß die Zelle phylogenetisch als Bioplastenkolonie entstanden sei, auf welchem Wege die ursprünglich freien und selbständigen Autoblasten zu Zellbestandteilen, also Cytoblasten geworden seien, und endlich die gewagte Behauptung, die Vertreter der heute noch freilebenden Autoblasten seien die Mikrokokken. Hier hatte dann auch die abweisende Kritik leichtes Spiel.

Eine Art Wiedergeburt erfuhr die Granulalehre durch die Mitochondrien BENDAS, die, zuerst in Samenzellen entdeckt, bald auch in weiblichen Geschlechtszellen nachgewiesen wurden und heute als wichtiger Bestandteil der meisten Zellgattungen der Wirbeltiere und Wirbellosen, ja sogar der Pflanzenzellen gelten, worin wiederum die grundsätzliche Übereinstimmung der Tier- und Pflanzenzelle zum Ausdruck kommt. Nach unserer Überzeugung, die allerdings nicht allgemein geteilt wird, sind ALTMANN'S Granula und vegetative Fäden, BENDAS Mitochondrien, ARNOLD'S Plasmasomen und Granula wenn nicht geradezu identisch, doch wesensverwandt und zusammengehörig, und die durch ARNOLD weiter ausgebaute Granulalehre ist auf dem Umweg der

Mitochondrienforschung, die namentlich auf französischem Boden zu größter Ausdehnung gelangt ist, zu weiterer Verbreitung und neuer Bedeutung gekommen. Aber noch hatte diese Lehre eine sehr schwere Krise zu bestehen. Der Botaniker A. FISCHER ging mit zersetzender Kritik mit allen Protoplasmastrukturen ins Gericht und zeigte, daß man durch allerhand fällende Agentien aus kolloidalen Lösungen die verschiedensten Strukturen wie Globuliten, Granula, Waben, Netze, Gerüste und Gerinnsel erzeugen könne. Doch wie meist hatte die scharfe Kritik nur die gute Wirkung, daß man mit umsichtigeren und vielseitigeren Methoden zu Werke ging, daß man — übrigens nach BÜTSCHLI und ARNOLDS Vorbild — wieder mehr das frische, womöglich lebende Objekt untersuchte, und unter Ausschluß jeglicher Reagenzien und Fixationen die optischen Hilfsmittel durch das Dunkelfeld bereicherte. So gelang es der Granula- und der Mitochondrienlehre siegreich aus die Krise hervorzugehen.

Eine Protoplasmatheorie, die den Anspruch erhebt, das lebende Plasma zu erklären, muß sich folgerichtig an den Lebenserscheinungen prüfen und messen lassen. Die Lebenserscheinungen sind ihr Maßstab und Wertmesser. Die meisten bisherigen Protoplasmatheorien haben sich zwar mit der Plasmaströmung, nicht aber mit dem Stoffwechsel auseinandergesetzt. Das haben erst ALTMANN und unter seinem Einfluß METZNER und KREHL mit Beziehung auf die Fettresorption getan. Eine Protoplasmatheorie, die das physiologische Bedürfnis befriedigen will, ist zu prüfen auf ihre Leistungsfähigkeit gegenüber dem Zellstoffwechsel, als der Aufnahme, Umsetzung und Abgabe von Stoffen. Besonders wird sich hierzu die Sekretion empfehlen als ein Spezialfall der Stoffabgabe, wobei keine niedrigmolekulären Auswurfstoffe abgegeben werden wie bei der Exkretion, sondern hochmolekuläre Stoffe von altruistischer Bedeutung zum Wohl des Ganzen oder anderer Zellgruppen. Eine solche Dienstleistung für andere ist daher nur bei mehrzelligen Wesen denkbar und fällt als Wertmesser der Protoplasmatheorie bei Protozoen und Eiern weg; somit sind die Anschauungen über die Struktur von Eiern und Protozoen nicht ohne weiteres auf Metazoen zu übertragen.

Die Stoffaufnahme der Zelle setzt ein Wahlvermögen voraus. Damit Zellen sich differenzieren, durch Arbeitsteilung sich unterscheiden, ihren Artcharakter erhalten, bedürfen sie ver-

schiedener Zusammensetzung, also verschiedener Nahrung; demnach müssen sie in der Stoffaufnahme eine Wahl treffen.

Wenn wir dieses Wahlvermögen nicht als Ausfluß eines Zellwillens und Zellbewußtseins betrachten wollen, werden wir versuchen müssen, es in seine Bestandteile (Komponenten) zu zerlegen. Eine solche Analyse des Wahlvermögens ergibt drei wichtige Komponenten: die Membranfunktionen, die dank der kolloidalen Natur der Membranen im physikalisch-chemischen Sinne auf einer ungeheuer mannigfaltigen Veränderlichkeit und Umstimmbarkeit der Membranen beruhen, ferner die Fermente, die, wahrscheinlich ebenfalls Kolloide, als die wichtigsten Reagenzien der Zelle auf ganz bestimmte Stoffe eingestellt sind, so wie der Schlüssel in das Schloß paßt (E. FISCHER), und endlich die Adsorption, eine Kategorie der Kolloidchemie, mittelst welcher Konzentrationsverschiebungen an Oberflächen im Sinne der Attraktion, Verdichtung, Kondensation, Polymerisation, Synthese geschehen.

Wichtiger ist für unsere Frage die zweite Phase des Stoffwechsels, die Vorgänge der Umsetzung, Verarbeitung, Speicherung der aufgenommenen Stoffe, denn erst hierbei wird sich eine Beteiligung der Struktur zeigen. Das Nährmaterial dient hier nicht bloß der Umsetzung in andere Energieformen wie bei der Maschine, sondern wird als Baumaterial, zur Ausbesserung und zum Ersatz verwandt. Ein Teil wird gespeichert als Reserve, Spargut, Energiequelle. Von den drei Grundstoffen der Nahrung sind alle, Fette, Kohlenhydrate, Eiweißstoffe auf ihren Spuren in der Zelle verfolgt worden.

An der Zelle wiederholt sich der Vorgang der Fettresorption im Darm. Nicht als Emulsion, sondern aufgespalten, in löslicher Seifenform wird das Fett der Zelle angeboten und von ihr zurückverwandelt in Fett. Dazu sind die Granula berufen, die sich mit den Fettkomponenten beladen und ihre Synthese bewirken. Die wirksame Kraft ist die Adsorption mit ihren Oberflächenkräften. Ist hier ALTMANN bahnbrechend vorangegangen, so hat besonders ARNOLD und seine Schule diese vegetativen Funktionen der granulären Bestandteile des Plasma, der Plasmosomen ausgebaut und vertieft. Bei Fütterung von Seife oder Olivenöl bleiben die Grenzsäume der Darmzelle fettfrei, und in den Plasmosomen vollzieht sich die Umsetzung in Fett. Alle möglichen Fettarten wie Ölsäure, Olivenöl, Sahne, Seife, Fettsäuren, fettsaurer Kalk,

Nervenmark, Hammeltalg sind in mannigfachen Versuchsanordnungen allen erdenklichen Zellen wie Nieren-, Leberzellen, Leukocyten, Gefäßendothelien, Gallengangepithelien, KUPFFERS Sternzellen, Pulpazellen der Milz, Herzmuskelfasern angeboten worden mit dem übereinstimmenden Ergebnis der granulären Fettsynthese, d. h. eben der Speicherung der Fettkomponenten in den Plasmosomen und ihre Umwandlung in Fett durch dieselben. Besonders gespannt war man auf die Knorpelzelle, der ja das Fett mangels der Gefäße nicht vom Blut, sondern von der Saftdiffusion zugeführt wird, wo also die Vorstellung von der phagocytären Aufnahme emulgierter Fetttropfchen niemals paßte. Besonders überzeugend ist die granuläre Synthese in der Niere zu zeigen, die am lebenden Tier mit Seifenlösung durchströmt, in ihren Zellen das Fett granulär aufbaut. Von den Elementen des Blutes sind besonders die eosinophilen Leukocyten, die 2—4% der weißen Blutzellen ausmachen, hervorzuheben, da ihre großen Granula der Fettsynthese fähig sind. Daneben verfügen sie aber über eine gewisse funktionelle Vielseitigkeit, da sie auch Glykogen, Eisen, Pigmente zu speichern vermögen und Träger eines oxydierenden Fermentes sind. Auch zeichnet sich dieses Objekt besonders dadurch aus, daß an ihm die granuläre Grundlage an der frischen, lebenden Zelle, gleichsam vor jeder Aktion, für jedermann sichtbar ist. Übrigens besitzen wir auch für alle andern genannten Zellen eine wertvolle Kontrolle des Granulabildes in der vitalen und supravitalen Färbung, die mit möglichst ungiftigen und chemisch indifferenten Farben angestellt, genau dieselben Granulabilder ergibt wie bei der granulären Fettsynthese; ja man kann bei spärlicher oder beginnender Fettaufnahme in ein und derselben Zelle nebeneinander fettbeladene und mit Methylenblau und Neutralrot gefärbte Granula sehen. Auch bei pathologischer Verfettung, wie wir sie bei der Phosphorvergiftung kennen, entsprechen die Fettkörnchen der Leberzelle den Plasmosomen, und nach der Fettextraktion gewinnt man das unveränderte Leberzellenbild. Der Phosphor stört die innere Atmung der Zelle, somit ist die Fettspeicherung die Folge mangelnder Oxydation und gibt indirekt durch die pathologische Variation einen Begriff von der Verbrennung eines Stoffes von so hohem Verbrennungswert und so hohen Spannkraften wie das Fett.

Was den mikrochemischen und mikrophysikalischen Nachweis des Fettes anbelangt, so haben wir zwei recht zuverlässige Methoden: einmal die Behandlung mit Osmium, die auf der Reduktion des Osmiumtetroxyds durch Fett beruht, und dann die Färbung mit Sudan III oder Scharlach, Diazofarbstoffen, die sich in Fetten lösen. Eine Anzahl weiterer Methoden erlaubt uns die Unterscheidung zwischen eigentlichen Fetten und Lipoiden.

Es liegt auf der Hand, daß das Verständnis der pathologischen Zelle von diesen Vorstellungen den größten Nutzen hat. Wenn auch durch Milchinjektion eine direkte phagocytäre Fettaufnahme durch Leukocyten bewiesen ist, so hat man diesen Vorgang früher überschätzt und auch auf die Fettkörnchenkugeln des Nervensystems, die uns als Zeugen der Zerstörung und des Abbaus wichtig sind, übertragen, während es sich dort auch um granuläre Fettsynthese handelt. Auch bei natürlicher und künstlicher Fettembolie, wobei das Fett in der Blutbahn in die Organe gerät, wird es von Zellen der Umgebung in derselben Weise aufgenommen und weggeschafft. Und ganz ähnlich wie bei Phosphorvergiftung geschieht auch die Fettspeicherung bei herabgesetzter Zelltätigkeit. Unvermögend, das ihr gespendete und ihr zukommende Fett weiter zu verarbeiten, läßt die Zelle es liegen (degenerative Fettinfiltration). Die Synthese des Fettes aus den Komponenten hatten die Granula-Plasmosomen noch besorgt, solange die Zelle gesund war. Und endlich konnten wir in einer Fettgeschwulst (Lipom) mit vielen jugendlichen Lipoblasten die pathologische Anlage der Fettgier dieser Zellen in der Fettbereitung der Granula wieder erkennen und sie in Parallele setzen mit der ersten Fettbildung in den Zellen des embryonalen Fettgewebes. So bewährt sich das pathologische Objekt wieder als die Variation zum Thema.

Von den Kohlehydraten können wir das Glykogen in der Zelle mikrochemisch fassen. Das ist aber unter den Zuckern einer der wichtigsten, weil er als Polysaccharid, mit seinem polymerisierten Molekül sich als ein Reserve- und Sparstoff von hohem Verbrennungswert ausweist. Dazu ist er als ausgesprochenes Kolloid für den Zellstoffwechsel besonders geeignet. Zwar darf unser histologischer Nachweis des Glykogens den Wert einer chemischen Methode nicht beanspruchen,

sondern ist rein empirisch gefunden. Indessen haben wir Mittel der Prüfung und Kontrolle, ein positives im Jodgummi und der Mayerschen Tinte, die allerdings auch bloß empirischen Wert hat, und ein negatives in der Speichelbehandlung, die das Glykogen durch Diastase spaltet. Wenn sie diese Prüfung besteht, so ist die Methode doch ein wertvolles Mittel. In der Knorpelzelle und Leberzelle hat das Glykogen Beziehungen zu Granula und fädigen Verbindungen gezeigt und hinterläßt nach Speichelbehandlung eine Trägersubstanz in granulärer und spongiöser Form. Auch die Glykogen- wie die Fettbilder überraschen durch ihre Ähnlichkeit mit den Ergebnissen vitaler Färbung und jener älteren, fast vergessenen Injektion von indigschwefelsaurem Natron. Aber bei diesen Glykogenfärbungen bekommt man ab und zu Bilder zu Gesicht, die stark an heute viel genannte Zellbestandteile erinnern, wie an Nebenkerne, Phormien, Chromidialapparate, Trophospongien und Sekretkanälchen, und es ist die skeptische Frage wohl berechtigt, ob nicht alle diese „Zellorgane“ nur vorübergehende Zustände, gleichsam Augenblicksaufnahmen von Granula- und Mitochondriengruppen im Zustand spezifischer Stoffbefruchtung seien.

Besonders zierlich gelingt der Glykogennachweis in der Faser des Herz- und Skelettmuskels. Da sind ganz isoliert, wenigstens bei geringem Glykogenegehalt, die Sarkosomen der Linie I damit geladen, so daß es kaum eine eindrucksvollere Darstellung der Querstreifung des Muskels gibt, als solch ein Glykogenpräparat. Das Merkwürdige aber ist, daß die Oxydasereaktion (Indophenolblau-Synthese) diesen kongruente Bilder gibt. Also sind die Sarkosomen noch Träger einer Oxydase. Auch mit den alten Indigkarminbildern stimmen sie überein. Bei reichlicher Glykogenablagerung verbinden sich die Granula zu Netzen, welche anisotrope Felder einschließen. In der Niere des Frosches kann man nach Dextroseinjektion Glykogen in den Stäbchen der gewundenen Harnkanälchen wiederfinden, die man heute zu den Mitochondrien rechnet. Auch diese Lokalisation stimmt mit den Ergebnissen vitaler Färbung und der Indigoversuche überein. Den Pathologen fesselt die Diabetikerniere, die regelmäßig im Gegensatz zur gesunden Niere in gewissen Kanalabschnitten Glykogen tropfen enthält, die im Anfang auch in feingranulärer Anordnung getroffen werden. Gerade

bei der Polymerisation des Zuckers zu Glykogen hat man Grund, an die Wirkung der Adsorption zu denken, die solches durch Oberflächenkräfte vollbringen kann. Der Adsorption als einer Oberflächenwirkung dient aber ein körniges, granuläres Prinzip wie die Plasmosomen, Granula und Mitochondrien besser als irgendein anderes, weil es ihr die größten Oberflächen zur Verfügung stellt.

Das Nahrungseiweiß auf seinen Spuren in der Zelle zu verfolgen, hält schwer. Doch sind Anfänge gemacht mit Caseinfütterung, worauf in der Leber Eiweißtropfen auftreten. Hierzu gehören auch die Dotterplättchen, die aus einem Gemisch von Fett und Albuminaten entstehen und die Aleuronkörner der Pflanzenzelle.

Von unorganischen Stoffen fesselt uns das Eisen, weil wir es mikrochemisch mit der Berlinerblaumethode zuverlässig in der Zelle fassen können. Ein Minimum scheint von den Zellen sehr zähe festgehalten zu werden. Ein Teil geht, ähnlich wie das Fett, durch den *Ductus thoracicus* ins Blut, ein anderer durch die Pfortader in die Leber. Aus Eisensalzen, Nägeln, Drähten, die in den Lymphsack des Frosches oder ins Knochenmark des Warmblüters gebracht werden (exogene Siderosis, ARNOLD) nehmen Leukocyten, Bindegewebszellen, Knochenmarkzellen Eisen auf und lagern es in Form von Granula, Netzen und fädigen Verbindungen. In KUPFFER'schen Zellen, Leber- und Nierenzellen findet man es bei passender Versuchsanordnung in entsprechenden Figuren. Das bekannteste Beispiel für endogene (hämatogene) Siderosis sind die Herzfehlerzellen der Stauungslunge, in denen das aus dem Hämoglobin ausgetretener Blutkörperchen umgewandelte Eisen in zierlichen Körnern, Fäden und Netzen gelagert erscheint. Mit spezifischen Blutgiften (Toluyldiamin) kann man ja Hämosiderosis leicht erzeugen, wobei in erster Linie die KUPFFER'schen Zellen zur Eisenaufnahme bereit sind, wie sie auch Fett, Farben, Kollargol, besonders willig aufnehmen. Dann aber kommen auch die Leberzellen daran, und es entwickelt sich, wie bei den anämischen Zuständen des Menschen, eine starke Hämosiderosis mit typischen Ablagerungsfiguren des Eisens.

Beim Anblick der Pigmentzelle der Salamanderhaut kam ALTMANN auf den Gedanken, daß möglicherweise auch andere

Zellen solche ähnliche, nur farblose Elemente enthalten könnten, die man durch geeignete Methoden sichtbar machen müßte. Wie hier das Pigment, so würden in andern Zellen spezifische Reserve- und Sekretstoffe von Granula bereitet, gespeichert, ausgeschieden. Bei vitaler Färbung von Pigmentzellen nehmen die noch nicht pigmenthaltigen Granula den Farbstoff auf. Rezeptoren, die durch die Stoffverarbeitung nicht in Anspruch genommen waren, standen also der vitalen Färbung offen.

Als besonders bedeutungsvollen Wertmesser für eine Theorie der Plasmastruktur haben wir die Sekretion, als eine spezielle Form der Stoffabgabe, der dritten Phase des Zellstoffwechsels erkannt. Seit der Entdeckung der Zymogengranula durch CLAUDE BERNARD (1856) sind in Drüsenzellen Körnchen, Tröpfchen, Stäbchen, Streifen, Fäden, Basalfilamente, Palisaden, Bürstensäume auf die Sekretion bezogen worden. Diese alten Vorstellungen hat ALTMANN nur wieder aufgenommen und dahin zusammengefaßt, daß die Granula die Träger und Orte des produktiven Stoffwechsels seien, und daß die Sekretion ein granulärer Vorgang sei.

Nach RENAULTS Vorgang nennen die französischen Forscher die Granula und Mitochondrien gerne Eklektosomen, in dem Sinne, daß sie ihnen die Fähigkeit elektiver Aufnahme, Fixierung und Konzentration von Nährsubstanzen, Giften und Arzneimitteln und die Ausarbeitung der Sekrete zuschreiben.

Das klassische Objekt der Drüsensekretion ist seit CLAUDE BERNARD die Speicheldrüse, die durch Pilocarpin zur Ausscheidung angeregt wird. Die neuere Mitochondrienforschung tritt mit überwiegender Mehrheit für die Beteiligung der Mitochondrien am Sekretionsgeschäft ein. Stäbchenförmige Chondriokonten bilden das Sekret in Granula aus, die isoliert und ausgestoßen werden. Die Mitochondrien wären demnach die vegetativen Organe, deren Hauptaufgabe in der Speicherung und Umbildung des aus dem Blut geschöpften Materials besteht. Je nach dem Sekretionszustand trifft man Körner (Mitochondrien), Fäden (Chondriomiten) oder Stäbchen (Chondriokonten), die aber alle in denselben Formenkreis zusammengehören. Sie werden zum Sekret aufgebraucht; je mehr Sekret ausgebildet wird, desto weniger Mitochondrien findet man. Die Fäden verarbeiten die Stoffe zu Granula. Hier finden sich allerdings noch Widersprüche. ARNOLD ist immer dafür ein-

getreten, daß das granuläre Prinzip das primäre sei, daß die Plasmosomen, gleichsam die Urgranula, zu Granula umgewandelt würden und erst sekundär in fädige Verbindung treten. Auch sind die Mitochondrien-Methoden nicht spezifisch, sondern stellen wahrscheinlich Lipoide, nach neueren Anschauungen besonders Phosphatide (LAGUESSE) dar, die um Fäden und Granulaketten eine Hülle bilden, nach deren Extraktion der Inhalt zum Vorschein kommt. Daß aus physikalischen Gründen der Oberflächenentfaltung dem granulären Prinzip vor dem fädigen der Vorrang gebührt, ist ausgeführt worden. In Speicheldrüsen ist ebenfalls ein oxydatives Ferment an Granula gebunden.

Für die Bauchspeicheldrüse hat schon R. HEIDENHAIN gezeigt, wie während der Sekretion die Innenzone der Zelle verbraucht wird und der Ersatz im Hunger aus der gestrichelten Außenzone geschieht, worin er den sichtbaren Ausdruck für die Sekretion fand. Mit dem Fermentgehalt steigt auch die Körnermenge (NUSSBAUM). In der Sprache der Mitochondrienforschung arbeiten Chondriokonten Granula als Sekretionsprodukte aus und werden deshalb von französischen Forschern gern mit dem besonderen Namen des Ergastoplasma, oder der Ergastidien, auch wohl des Protoplasma supérieur belegt. Um die Ausscheidung anzuspornen, hat man neben Pilokarpin auch das Sekretin von BAYLISS und STARLING verwendet.

Sind die Giftdrüsen der Amphibienhaut das größte Beispiel von granulärer Sekretion, so sind ihre Schleimdrüsen geeignet, uns den Unterschied der Drüsen in der Ruhe und in der Tätigkeit vorzuführen. Auch hier ist die granuläre Anordnung des Sekretes unverkennbar.

Im Darmepithel entspricht eine bipolare Anordnung der Chondriosomen der doppelsinnigen Leitung der Sekretion und der Resorption (CHAMPY), die also möglicherweise gleichzeitig und aneinander vorbeilaufen.

Ging schon ALTMANN von Fettdrüsen (Präputial-, Clitoris-, Talgdrüsen, Bürzeldrüsen) aus, so haben neuere Untersuchungen an Milch-, Talg- und Schweißdrüsen die Beteiligung der Mitochondrien und Granula an der Bereitung des Sekretes gezeigt.

Besonderes Interesse verdient die Ausscheidung spezifischer Stoffe durch die Nieren; nur liegen die Verhältnisse hier recht verwickelt. Seit R. HEIDENHAIN'S Infusionen mit indigschwefel-

saurem Natron ist die Niere das klassische Objekt für vitale Färbung gewesen. Durch zeitweilige Blutsperre und Gifte, gleichzeitige Prüfung der Funktion und Kombination mit vitaler Färbung ist neuerdings Gross zu Ergebnissen gelangt, die auch für Beteiligung der Granula bei der Sekretion sprechen. Ein kurzer Bericht über dieses umfangreiche Gebiet ist nicht wohl möglich.

Dagegen ist noch ein Wort über die Aderhautgeflechte des Gehirns zu sagen, die schon Ende des 17. Jahrhunderts merkwürdigerweise als Glandula (Nuck) bezeichnet wurden. In der Tat besitzen ihre Epithelzellen ein Chondriom nach Art sezernierender Drüsenzellen, und bei Steigerung der Sekretion mittelst Pilocarpin erfahren die Chondriokonten eine Verdickung und körnige Schwellung, bei Intoxikation und Infektion einen Zerfall. Andererseits besitzt das Gebilde Eigenschaften einer physiologischen Grenzmembran, indem es manche Stoffe (Jodkali, Jod, Quecksilber, Brom, Salizyl, Bilirubin) nicht durchläßt, während andere (Urobilin, Chloroform, Urotropin) hindurchtreten, was auf das spezifische Selektionsvermögen bestimmter Zellen bezogen wird.

So, am Zellstoffwechsel, als einer der wichtigsten Lebenserscheinungen gemessen, hat sich die Plasmosomen-Granulalehre und die nach unserer Ansicht mit ihr wesensverwandte Mitochondrienlehre bewährt, unter der Kontrolle der Untersuchung am lebenden Objekt, im Dunkelfeld, und mit der vitalen Färbung.

Die verschiedenen Methoden führen zu übereinstimmenden und eindeutigen Ergebnissen. Wenn aber die Plasmosomen und Mitochondrien Werkzeuge eklektischer Funktionen sind, so ist zu erwarten, daß sich an ihnen die ersten Läsionen bei Intoxikationen und Infektionen bemerkbar machen. Daraus erwächst eine Pathologie der Mitochondrien (REGAUD) oder im weiteren Sinne eine Granulapathologie (ARNOLD, ORTH), die aber nicht im Gegensatz zur Cellularpathologie steht, weder acellulär noch anticellulär gerichtet ist, sondern ultracellulär über die Zelle hinausgeht und die Cellularpathologie vertieft und bereichert.

Der große Reiz der Variationskunst liegt darin, daß das Thema durch die Abwandlungen von allen Seiten beleuchtet wird. Das pathologische Objekt stellt aber eine solche Ab-

wandlung des Themas dar, das ebenfalls dadurch eine schärfere Beleuchtung erhält. Die Geringschätzung oder wenigstens Unterschätzung, die das pathologische Objekt von seiten der morphologischen Naturwissenschaften vielfach erfährt, beruht auf der Verkennung des Wertes dieser Variationen als Zeugnisse der Natur. Jedes pathologische Objekt ist das Ergebnis eines Naturexperimentes, und sein Zeugniswert steigt mit der Erkenntnis der Bedingungen jenes Experimentes. Je mehr diese Erkenntnis wächst, um so mehr werden auch jene Zeugnisse der Natur aus dem Gebiet der Pathologie Beachtung verdienen. Wenn auch vielleicht das Beobachtungsfeld des Pathologen sich mit der Breite des Formenkreises, mit der Fülle der Gesichte in Tier- und Pflanzenwelt nicht messen kann, so fehlt es ihm, durch das Experiment bereichert und ergänzt, doch nicht an Tiefe.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg](#)

Jahr/Year: 1914-1917

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Ernst Paul

Artikel/Article: [Lebenserscheinungen als Maßstab für die Protoplasmastruktur 244-256](#)