Aus dem Institut für allgemeine Pathologie der Universität zu Turin
(Director Professor G. Bizzozero).

Beitrag zur Histologie der functionirenden Milchdrüse.¹⁾

Von
Dr. **Donato Ottolenghi**
Assistenten.

Hierzu Tafel XXVIII und XXIX.

Die Structurveränderungen, die die Milchdrüse während der Milchsecretion aufweist, waren schon seit längerer Zeit Gegenstand zahlreicher Untersuchungen, ohne dass jedoch bisher, besonders was deren Deutung anbetrifft, eine vollständige Uebereinstimmung zwischen den Autoren, die sie studirten, möglich gewesen wäre. Eine der am meisten erörterten Fragen ist die, welchen Antheil das Drüsenepithel an der Secretion habe, indem Einige behaupten, dass während derselben regulärer und sehr bedeutender Zerfall von Epithelkernen stattfindet, an welchen die Secretionserscheinung als solche innig gebunden sei; während Andere der Meinung sind, dass die Secretion eine active Function der Drüse sei, die während der Lactation ihrer Epithelzellen nicht verlustig gehe. Zweifelhaft ist es auch, ob die in den lactirenden Mammas von Einigen beschriebenen Leucocyten bei der Milchbildung eine Rolle spielen.

Zu diesen und anderen Streitpunkten, auf die ich weiter unten noch zu sprechen kommen werde, gedachte ich nur durch vorliegende Untersuchungen, zu denen mich Prof. Bizzozero anregte — dem ich auch für die Anraten, die er mir gab, zu grossem Danke verpflichtet bin —, einen Beitrag zu liefern.

¹⁾ Die Resultate dieser Untersuchungen wurden zum Theil schon der K. Medicin. Academie in Turin (in der Sitzung vom 30. Juni 1899), sowie auf der (im April 1900 in Pavia abgehaltenen) XIV. Versammlung der Anatomischen Gesellschaft mitgetheilt.

Und da im Jahrgang 1899 der von Merkel und Bonnet herausgegebenen „Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte“ ein ausführlicher Bericht von Prof. Bizzozero und mir über die über diesen Gegenstand bisher veröffentlichten Arbeiten erschienen ist (1), so halte ich es für überflüssig, hier eine historische Darlegung der Frage vorzuschicken und behalte mir nur vor, wo es nothwendig erscheint, die Meinungen der Autoren zu erwähnen.

Meine Untersuchungen nahm ich am Meerschweinchen, Kaninchen, an *Mus decumanus albinus* und an der Kuh vor. Da die meisten Untersuchungen am Meerschweinchen ausgeführt wurden, so werde ich, der Uebersichtlichkeit wegen, zunächst und etwas ausführlicher die bei diesem von mir erhaltenen Resultate mittheilen und von den an den anderen Thieren gemachten Befunden nur die besonders interessanten beschreiben.

Meerschweinchen. Abgesehen von einigen Untersuchungen, die ich an trächtigen Meerschweinchen oder solchen, die mit der Lactation schon aufgehört hatten, vornahm, bediente ich mich in allen Perioden der Lactation stehender Meerschweinchen, und bei diesen untersuchte ich stets beide Drüsen, wobei ich die Durchschnitte vervielfältigte, um die verschiedenen Drüsenportionen möglichst vollständig kennen zu lernen.

Untersucht man Mammaschnitte von lactirenden Meerschweinchen, so gewahrt man leicht hier und dort besondere Körperchen im Epithel, die gewöhnlich aus einem Haufen homogener oder leicht gekörnter Substanz bestehen, der entweder Chromatintrümmer enthält, oder eine Art Kern, in welchem das Chromatin sich in intensiv gefärbten halbmondförmigen Schollen an der Peripherie desselben angesammelt hat, während im Centrum ein heller Hof besteht. Diese Körperchen sind unter dem Namen „Nissen'sche Kugeln“ bekannt, da Nissen sie zuerst beschrieben hat; sie wurden von den Forschern auf verschiedene Weise gedeutet. Nach einigen sind sie in Karyolyse stehende, von etwas Protoplasma umgebene Epithelkerne und bedeuten Zerfall des Drüsenepithels während der Milchsecretion; nach anderen stellen sie dagegen keinen Zerfall von Epithelkernen dar, sondern ständen vielleicht mit diesen in genetischem Zusammenhang, jedoch nur insofern, als sie eine Art von Nebenkerne darstellen, bei denen der

chromatische Theil activ vom Kerne abgegeben werde. Noch andere möchten sie von Leucocyten herleiten; einige Forscher endlich behaupten, die in Rede stehenden Gebilde nur in Ausnahmefällen bemerkt zu haben, und zwar in ganz spärlicher Anzahl, weshalb sie, über deren Herkunft hinweggehend, meinen, diese Gebilde spielen keine bedeutende Rolle bei der Milchsecretion.

Um über den Ursprung der Nissen'schen Kugeln in's Klare zu kommen, schien es mir angebracht, vor Allem festzustellen, ob sie in den verschiedenen Lactationsperioden und bei den verschiedenen untersuchten Thieren ein constanter Befund seien; man hätte dann ein erstes Kriterium über ihre Bedeutung. Nunwohl, ich fand sie nicht nur bei allen von mir untersuchten Thieren, sondern auch in allen Lactationsperioden. Bei trächtigen Thieren, oder solchen, die seit mehreren Tagen zu stillen aufgehört hatten, traf ich, beim Meerschweinchen, nie typische Kugeln an. Die Kugeln haben ihren Sitz vorzugsweise im Epithel der vom Secret schon stark ausgedehnten Alveolen; während sie in den leeren oder fast leeren Alveolen fast gänzlich fehlen.

Nachdem ich so erkannt hatte, dass diese Körper in der secernirenden Drüse stets vorkommen, war noch deren Ursprung genau festzustellen; dieser wäre nun, dem Ausgang meiner Untersuchungen nach, ein doppelter. Denn während ein Theil, wie wir weiter unten sehen werden, vom Epithel herrührt, dürfte ein anderer beträchtlicher Theil von die Drüse infiltrirenden Leucocyten herzuleiten sein. Dass in der Drüse, während der Lactation, zahlreiche aus dem Interstitialgewebe ausgewanderte, durch das Epithel der Alveolen hindurch in das Lumen dieser eingedrungene Leucocyten vorhanden sind, war schon vor längerer Zeit von Rauber (9) constatirt worden. Es ist nun zu bemerken: 1. dass in der Wandung des Acinus, oder besser, innerhalb der Epithelzellen desselben, häufig jene Leucocytenvarietät vorkommt, die unter dem Namen *Lymphocyten* bekannt ist (Taf. XXVIII, Fig. 1a, b, 2a); 2. dass sich verschiedene Uebergangsformen von normalen Lymphocyten zu solchen Lymphocyten wahrnehmen lassen, bei denen der Kern jene besondere Anordnung des Chromatins aufweist, die als charakteristisch für die Nissen'schen Kugeln angesehen wird (Taf. XXVIII, Fig. 3a); 3. dass eine grosse Anzahl dieser letzteren genau dieselbe Grösse hat, wie die

Lymphocyten (Taf. XXVIII, Fig. 4). Uebrigens ist diese eigenthümliche Modification, besonders des in den Leucocyten enthaltenen Kernes, nichts Neues. Es genügt, als Beispiel nur anzuführen, dass Arnold (8) in den Leucocyten des Frosches Chromatolysen beobachtet hat, die er als den gewöhnlichen Nissen'schen Kugeln ganz ähnlich, darstellt. Aus allem diesem lässt sich schliessen, dass wenigstens ein Theil der Nissen'schen Kugeln wirklich von Lymphocyten herstamme.

Was die übrigen anbetrifft, sagte ich bereits, dass sie meiner Meinung nach in den Epithelzellen ihren Ursprung fänden. Und in der That konnte ich Reihen von Uebergangsformen vom normalen Epithelkern zur echten Nissen'schen Kugel wahrnehmen. Eine erste Uebergangsform ist durch eine ein- oder zweikernige Zelle dargestellt, in welcher der Kern oder einer der Kerne eine besondere Anordnung des Chromatins aufzuweisen beginnt, das ein homogenes Aussehen annimmt und sich an der Peripherie des Kernes anhäuft, während das Protoplasma intact bleibt (Taf. XXVIII, Fig. 5, 6, 7). In einem zweiten Moment drängt sich das Chromatin zu stets an der Peripherie gelagerten, homogenen, halbmondförmigen Häufchen zusammen, während bisweilen ein Chromatinklumpchen auch im Centrum des Kernes erscheint, dessen normale Structur infolgedessen gänzlich verloren geht. In der Folge sammelt sich ein Theil des Zellprotoplasmas um den veränderten Kern herum an und bleibt vom übrigen Zellkörper durch einen dünnen hellen Hof getrennt (Taf. XXVIII, Fig. 8 und 9); die Degeneration des Kernes schreitet fort, das Chromatin zerbröckelt sich immer mehr und mehr und häuft sich mitunter im Centrum des Kernes zusammen, endlich dringt die Kugel in's Alveolarlumen, wobei sie nicht selten in der dem Innern der Alveole zugewendeten Portion der Epithelzelle, die sie aufnahm, halbkugelförmige Incisuren zurüclässt (Taf. XXVIII, Fig. 10).

Diese Formen-Aufeinanderfolge, die sich in den günstigsten Fällen auf einem und demselben mikroskopischen Schnitte wahrnehmen lässt, stellt den Typus der gewöhnlich stattfindenden Alterationen dar; aber natürlich kommen Variationen vor, die nicht besonders geschildert zu werden brauchen, da sie, im Grunde genommen, identisch sind mit den mannigfaltigen Karyolyseformen, die in anderen Geweben beobachtet werden und die, in der Niere, schon von Schmaus und Albrecht (10) ausführlich

beschrieben worden sind. Ich will hier nur noch einiger Befunde Erwähnung thun, die ein besonderes Interesse haben dürften.

Mustert man die beschriebenen Formen auf Schnitten von in Sublimat oder Zenker'scher Flüssigkeit fixirten und mit der Ehrlich-Biondi-Heidenhain'schen Mischung gefärbten Stücken, so lässt sich leicht erkennen, dass die in Frage stehenden Figuren vollkommen mit denen übereinstimmen, die Heidenhain (11) bei Tritonen in den drüsigen Adnexa der Kloake erhalten hat. Auch in unserem Falle bemerkt man, dass das eigentliche, intensiv grün gefärbte Chromatin oder Basichromatin die gewöhnliche Structur verloren hat, um sich oft unter der Form von mehr oder weniger grossen Klümpchen, oder zu verschiedenen grossen, mehr oder weniger zahlreichen Trümmern reducirt, an der Peripherie anzuhäufen, während ein Theil des Kernes, das hellroth gefärbte Oxychromatin oder Heidenhain'sche Lantanin (12) im Centrum des Kernes erscheint und zuweilen mit einem rundlichen Körperchen versehen ist, das, nach diesem Autor, dem Kernkörperchen entspreche (Taf. XXVIII, Figg. 19, 20, 21). Hier ist zu bemerken, dass Heidenhain bezüglich der beim Triton von ihm beschriebenen, mit den Nissen'schen Kugeln übrigens identischen Körper, erkannt haben will, es handle sich in seinem Falle um Zellen, die sich allmählich vom freien Drüsenrande zurückziehen, von den anliegenden Zellen überwuchert und bedeckt werden und nur der Membrana propria aufsitzen; später, bei fortgeschrittener Degeneration, bilden sie Körperchen, die in eine benachbarte Zelle hineinragen, weshalb sie auf den Schnitten als in einem mit einem anderen normalen Kerne versehenen Element eingeschlossene Körper erscheinen. Eines der Argumente, die diese Deutung stützen, ist das Fehlen von zweikernigen Zellen in den Tritondrüsen. Wenn nun auch in meinem Falle zuweilen etwas Aehnliches vorkommen kann, steht doch fest, dass wenigstens ein grosser Theil der Kugeln aus den gegebenen Zellen hervorgeht, in denen sie wahrgenommen werden. Dies beweisen die zahlreichen zweikernigen Zellen in der Milchdrüse des Meer-schweinchens, die Anwesenheit von Chromatolysen bei intactem umliegendem Protoplasma, die einen der Kerne einer Zelle befällt, während der andere normal ist; ferner die Thatsache, dass ich nie den Heidenhain'schen ähnliche Figuren wahrnahm, die darauf hindeuten, dass eine Zelle an Volumen abnimmt und sich zwischen

den anderen Figuren verbirgt, Figuren, die doch angesichts der Häufigkeit der Nissen'schen Kugeln in zahlreicher Menge sich darbieten müssten.

Nicht selten nimmt man in mit der Biondi'schen Mischung gefärbten Präparaten Formen wahr, die man am passendsten als Chromatolysen bezeichnet; man sieht nämlich den Kern nicht mehr roth gefärbt, mit Klümpchen grüner Substanz, sondern derselbe erscheint gelbgrau oder grüngelb gefärbt, als hätte das Chromatin sich aufgelöst und als wäre es zum Theil fortgeschleppt worden. Man glaubt, ein homogenes Klümpchen (Taf. XXVIII, Fig. 23) vor sich zu haben, das sich nur zuweilen durch eine ganz leichte, grünliche Färbung (Taf. XXVIII, Fig. 22) und, in manchen Fällen, durch einige ganz kleine, grüne Körnchen, sowie durch seine Lagerung innerhalb der Zelle und seine Grösse als Kern offenbart.

Eine weitere Besonderheit, die mir erwähnenswerth scheint, und die sich bei Osmiumpräparaten wahrnehmen lässt, ist die Anwesenheit von wahrscheinlich aus dem Epithel herstammenden, neben dem veränderten Kern gelagerten, ein Fetttröpfchen enthaltenden Kugeln (Taf. XXVIII, Fig. 10).

Aus dem oben Dargelegten geht klar hervor, dass während der Milchsecretion eine gewisse Anzahl Kugeln auf Kosten des Epithels entsteht und dass also ein Zerfall des Drüsenparenchyms stattfindet, ein Zerfall, der hauptsächlich die Kerne und nur zum ganz geringen Theile das Zellprotoplasma betrifft. Wie findet nun die Regeneration des so veränderten Epithels statt?

Nissen (6), der sich zuerst mit dieser Frage befasste, stellte die Hypothese auf, dass die Regeneration durch directe Theilung der normal gebliebenen Kerne erfolge, führte jedoch zur Stütze seiner Meinung keinen Beweisgrund an. Von den anderen Autoren, die einen Kernzerfall annahmen oder beobachtet hatten, meinten Coen (13) und Duclert (14), dass die Regeneration durch Mitose, Michaelis (5), dass sie durch directe Theilung erfolge. Steinhaus (15) sagt, dass in der Drüse des Meer-schweinchens während der Lactation Mitosen mit parallel zum Alveolencontour gerichteter Theilungsachse auftreten, aus denen dann zweikernige Zellen resultiren; und Mitosen wurden auch von Krause (16), Kadkin (17) und Anderen wahrgenommen. Andere Forscher endlich, Bizzozero und Vassale (4), Szabó (18), und auch Unger (2) und Michaelis (5), fanden nur in den

allerersten Tagen der Lactation Mitosen, in der Folge keine mehr. Ich habe mich eingehend mit diesem Problem befasst, umsomehr, als mir für einen Theil der Nissen'schen Kugeln die Erklärung des Ursprungs aus dem Epithel, wie sie vor Kurzem gegeben wurde, keine erschöpfende schien, wenn nicht zugleich festgestellt würde, in welcher Weise der Widerersatz der verlorenen Kerne erfolge.

Vor Allem vermochte ich in der functionirenden Meer-schweinchendrüse leicht das Vorhandensein von zahlreichen Formen zu erkennen, die sich nicht anders denn als Repräsentanten einer directen Theilung deuten lassen. Sie treten gewöhnlich in Alveolen mit engem Lumen und hohem Epithel auf, und, wie neuerdings schon Michaelis (5) bemerkte, lassen sich alle Uebergangsstadien verfolgen vom normalen Epithelkern zum grösseren und noch rundlichen, dann zum länglichen Kerne, zum biscuitförmigen mit zwei Kernkörperchen, und endlich zu Zellen mit zwei, zuerst dicht bei einander, dann etwas entfernt von einander liegenden Kernen. Und oft erscheinen zwei oder mehr dieser auf einander folgenden Figuren in einer und derselben Alveole (Taf. XXVIII, Fig. 11).

Die Amitose vermag die Reproduction der zerfallenen Kerne wohl leicht zu erklären, wenn die Chromatolyse in einer zweikernigen Zelle nur einen derselben befällt; aber sie reicht nicht mehr aus, wenn beide Kerne oder der einzige nur vorhandene Kern einer Zelle zu Grunde gehen. Einerseits lässt sich in der That annehmen, dass eine ihrer Kerne beraubte Zelle in toto zu Grunde gehen müsse; andererseits vermochte ich nie wahrzunehmen, dass der Amitose Zelltheilung auf dem Fusse folgte. Wie werden also die zu Grunde gegangenen Elemente wieder ersetzt? Es gelang mir festzustellen, dass karyochinetische Theilung stattfindet, denn bei allen untersuchten Meerschweinchen traf ich in ziemlich grosser Anzahl typische Mitosenfiguren an. Sie treten überall in der Drüse auf, auch in den vom Secret ausgedehnten Alveolen, jedoch gewöhnlich weniger spärlich und constanter in bestimmten Theilen, die hier etwas eingehend beschrieben werden müssen, um so mehr, als sie bisher von Anderen nicht beobachtet wurden. Nur R. Heidenhain (19) und auch Jakowsky (20) scheinen sie bemerkt zu haben, legten ihnen jedoch keine Bedeutung bei.

Macht man durch die Meerschweinchenmilchdrüse zahlreiche Schnitte in verschiedener Richtung, so bemerkt man stets Parenchyminseln, die eine ganz andere Structur aufweisen als das umliegende Gewebe, das genau der Beschreibung entspricht, welche die Autoren von ihm gegeben haben und in voller Functionsthätigkeit erscheint. Diese Inseln sind einander nicht gleich, sondern von verschiedenem Aussehen, doch lassen sich zwei Typen unterscheiden; und wie von einem Typus ein allmählicher Uebergang zum anderen, am peripheren Theil der Inseln bestehenden zu erkennen ist, so besteht auch keine deutliche Grenze, sondern nur ein allmählicher Uebergang zwischen ihnen und dem functionirenden Parenchym.

Die zum ersten Typus gehörenden Inseln (Taf. XXVIII, Fig. 13) bestehen aus Alveolen mit mässig weitem Lumen, mit kubischem Epithel, bläschenartigen Kernen und Protoplasma, das oft grosse Fettropfen enthält, jedoch nicht jene besondere, radiär zur Alveole angeordnete Streifung aufweist, wie sie schon von Bizzozero und Vassale beschrieben worden ist und die man bei den gewöhnlichen Drüsenzellen beobachtet (Taf. XXVIII, Fig. 22). Diese Alveolen sind jedoch vor Allem durch eine dichte Infiltration von Leucocyten, auch eosinophilen, characterisirt, welche letzteren nicht nur im interstitiellen Bindegewebe, sondern auch in den Epithelzellen und im Alveolarlumen sehr zahlreich vorkommen und bald normal sind, bald mehr oder weniger tiefe Veränderungen an ihrem Kerne aufweisen. Mitunter ist die Leucocyteninfiltration eine so dichte, dass sich im infiltrirten Gewebe die Drüsenstructur nur mit Mühe erkennen lässt; an der Peripherie dieser Herde nimmt jedoch die Zahl der Leucocyten ab, die Alveolen lassen sich hier deutlich erkennen, und man hat so die gewöhnlichen Alveolen oder die der zum zweiten Typus gehörenden Inseln vor sich. Im Lumen der in Rede stehenden Acini finden sich ausser Leucocyten Fetttröpfchen und unregelmässige colloidartige Massen. Was jedoch in diesen Inseln vielleicht den bedeutendsten Befund ausmacht, ist, dass hier constant zahlreichere Epithelmitosen vorkommen, als im functionirenden Parenchym.

Endlich erwähne ich noch, als Besonderheit, die einiges Interesse haben dürfte, dass diese Inseln sehr häufig, wenn auch nicht ausschliesslich, Alveolen aufweisen, die dadurch characterisirt sind, dass das Protoplasma aller oder einiger ihrer Zellen eine

grosse Menge verschieden grosser Granula enthält (Taf. XXVIII, Fig. 14), die nur sehr selten beträchtlichere Dimensionen, bis zu den von 6—7 μ im Durchmesser messenden Körperchen annehmen, und die sich den Farbstoffen gegenüber verschieden verhalten, da einige die gleiche Färbung annehmen, wie der übrige Zellkörper, während andere sich lebhaft mit Safranin und anderen basischen Farben färben. Diese Granula, die auch Unger in einigen Fällen wahrnahm, wurden eingehend von Duclert beschrieben, der sie bei Meerschweinchen, die eben geworfen hatten, antraf und für Producte einer Colloidartung des Protoplasma's und die einzigen späteren Constituenten der Colostrumkörperchen hielt. Ich habe keine Beweisgründe, die mir gestatteten, eine Hypothese über ihren Ursprung aufzustellen, möchte jedoch bemerken, dass ich sie bei Meerschweinchen nicht nur gleich nach der Entbindung, sondern auch in den späteren Lactationsperioden antraf.

Nachdem ich die Structur der zum ersten Typus gehörenden Inseln in aller Kürze beschrieben habe, kann ich, deren Hauptmerkmale zusammenfassend, sagen, dass sie sich vom functionirenden Parenchym differenziren: 1. durch die dichte Leucocyteninfiltration; 2. durch die Anwesenheit von colloidartigen Schollen in den Alveolen; 3. durch die Spärlichkeit wirklichen Secrets, das hier fast nur auf wenige Fetttröpfchen reducirt ist; 4. durch die grössere Constanz und grössere Anzahl der Mitosen; 5. durch das Fehlen der Streifung im Zellenprotoplasma.

Die zum zweiten Typus gehörenden Inseln (Taf. XXVIII, Fig. 15) bestehen aus Alveolen, die ganz das gleiche Aussehen haben, wie die Alveolen einer Milchdrüse bei Meerschweinchen, die seit einigen Tagen zu stillen aufgehört haben. Es handelt sich nämlich um Alveolen mit engem Lumen, die mit niedrigem Epithel ausgekleidet sind, dessen Zellen aus einem hellen, spärliche Fetttröpfchen enthaltenden und keine Streifung aufweisenden Protoplasma und einem etwas geschrumpften, ziemlich stark gefärbten Kerne bestehen; sie liegen zusammengedrängt bei einander und bilden so kleine Läppchen, die von an Leucocyten — besonders eosinophilen — reichem Bindegewebe umgeben sind. In der Alveolarhöhle finden sich gewöhnlich einige Leucocyten, colloidartige Massen und ferner grosse einkernige Zellen, die das gleiche Aussehen haben wie die von Bizzozero und Vassale in der Meerschweinchenmilchdrüse nach der Lactation angetroffenen und

von ihnen für Phagocythen gehaltenen contractilen Zellen. Diese Zellen enthalten zuweilen Fetttröpfchen in ihrem Innern; nicht selten liegen sie den Colloidmassen fest an, und in manchen Fällen findet sich ihr Kern in karyochinetischer Theilung, wie dies eben Bizzozero und Vassale nach der Lactation und ich bei trächtigen Meerschweinchen beobachtet haben.

Mitosen kommen endlich, und oft in zahlreicher Menge, in den Epithelzellen der Alveolen vor.

Die zum zweiten Typus gehörenden Inseln sind also gegenüber den zum ersten Typus gehörenden und dem übrigen Gewebe characterisirt: 1. durch das allgemeine Aussehen, welches das einer colostirenden Drüse ist, 2. dadurch, dass sie Colloidschollen und die von Bizzozero und Vassale beschriebenen grossen Zellen in den Alveolen enthalten, 3. durch die Leucocyteninfiltration, die eine weniger reichliche ist als in den Inseln des ersten Typus, aber eine reichlichere als im functionirenden Parenchym. Dagegen haben die Inseln des zweiten Typus mit denen des ersten Typus gemein: 1. das Fehlen jener radiär zur Alveole angeordneten Streifung, wie sie das Protoplasma der Zellen der übrigen Drüsentheile aufweist, 2. dass in ihnen constant und in grösserer Anzahl Mitosen auftreten als in den übrigen Drüsentheilen.

Lässt sich nun aus den oben beschriebenen, von den beiden Inselarten aufgewiesenen Structurbesonderheiten etwas über deren Bedeutung ableiten? Mir scheinen diese Inseln in zeitweiligem Ruhezustande verharrende Drüsentheile zu sein. Der Einwand, der vielleicht erhoben werden könnte, dass die Inseln des ersten Typus von der Drüsenfunction unabhängige accidentelle pathologische Erscheinungen seien, ist schon deshalb nicht statthaft, weil sie constant vorkommen und weil, ausser der Function selbst, jede abnorme Bedingung fehlt, die sie hervorgebracht haben könnte. Was nun die Anwesenheit von zahlreichen Leucocyten anbetrifft, so lässt sich diese leicht erklären, wenn man annimmt, dass diese Alveolen nicht mehr activ functioniren und deshalb etwas stagnirendes Secret in ihnen zurückbleibt. Es wird alsdann hier etwas Aehnliches stattfinden wie in den Milchdrüsen eines Thieres, bei dem das Säugen verhindert wird: von allen Seiten strömen Leucocyten herbei, deren Aufgabe es aber ist, das nicht mehr entleerte Secret zu resorbiren, sei es, dass sie sich in typische

Colostrumkörperchen verwandeln, sei es, dass sie es auf den Lymphwegen in die benachbarten Lymphdrüsen schleppen.

Was die Inseln des zweiten Typus anbetrifft, so könnte man meinen, dass es in der Entwicklung zurückgebliebene Drüsenportionen seien, die sich erst später vollständig entwickeln werden. Sie erscheinen jedoch constant in allen Perioden der Lactation, vom ersten Anbeginn bis zu den letzten Tagen derselben. Ausserdem spricht das Vorhandensein von Fett und von fetthaltigen Phagocyten in den Alveolen dafür, dass hier eine Secretion schon stattgefunden habe; wie denn auch der allmähliche Uebergang von ihnen zu offenbar functionirenden Regionen, der bei Meerschweinchen in allen Lactationsperioden zu beobachten ist, darthut, dass sie nicht als Theile für sich, sondern nur als Zwischenstadien betrachtet werden können. Man könnte auch vermuthen, dass diese Inseln, bei Meerschweinchen fast am Ende der Lactation, schon definitiv in den Ruhezustand getretene Theile darstellen; aber auch dies ist wegen der constanten Anwesenheit von Mitosen auszuschliessen. Denn diese lassen sich nur als eine Erscheinung deuten, die entweder ein Wachsthum des Drüsengewebes oder den Wiederersatz der erlittenen Verluste offenbart. Ersteres steht schon von vorn herein mit der oben aufgestellten Hypothese in Widerspruch, und Letzteres liesse sich nicht gut mit ihr in Uebereinstimmung bringen; denn wenn es sich um Theile handelte, die nicht mehr functioniren, liesse sich nicht begreifen, warum sie einige verloren gegangene Elemente wiederersetzen sollen, da sie ja doch einer nahe bevorstehenden Involution unterliegen müssen.

Diese Einwände ausgeschlossen, liesse sich also denken, dass die Milchdrüsenfunction beim Meerschweinchen, im Grossen und Ganzen, in folgender Weise vor sich gehe: Die Epithelzellen bereiten die abzusondernden Stoffe vor und sammeln sie in ihrem Innern (Alveolen mit geringem Lumen und hohem Epithel); das Secret wird dann nach und nach in die Alveolarhöhle ergossen, die an Umfang zunimmt und die vom Epithel eingenommene Fläche gleichzeitig platt drückt und in Folge dessen ausdehnt; und eben in diesem Stadium treten gewöhnlich die Karyolysen und Nissen'schen Kugeln auf. In der Folge gehen die Alveolen in einen Ruhezustand über, die Leucocyteninfiltration wird stärker, vielleicht wegen Vorhandenseins eines

stagnirenden Secretrestes, dem sich auch das Auftreten der grossen, von Bizzozero und Vassale beschriebenen, Zellen hinzugesellt; und inzwischen vermehrt sich das Epithel durch Mitose, um — was in diesem Ruhezustande leichter vollzogen werden kann — die an Kernen erlittenen Verluste wieder zu ersetzen. Später nimmt die Infiltration ab, das Parenchym nimmt mehr das Aussehen eines im Ruhezustande verharrenden Parenchyms an und es entstehen die Inseln des zweiten Typus, die man als colostrirende bezeichnen könnte und die nunmehr die Function und das Aussehen einer secernirenden Drüse wieder erlangen. Natürlich treffen diese Erscheinungen abwechselnd die verschiedenen Drüsenportionen, sodass in jeder Periode augenscheinlich functionirende Theile, in den Ruhezustand übergehende Theile und vollständig ruhende Theile vorhanden sein werden, welche letzteren, eben weil die Alveolen nicht vom Secret ausgedehnt sind und das Epithel nicht mit Secretionsstoffen angefüllt ist, nur einen ganz geringen Theil des Drüsenvolumens ausmachen.

Bevor ich die bei den anderen Thieren erhaltenen Resultate mittheile, will ich noch zwei das Meerschweinchen betreffende Besonderheiten erwähnen. Die erste betrifft die Anwesenheit von Fett im Innern einiger Drüsenzellenkerne, und zwar in mehr oder weniger grossen Tröpfchen, gewöhnlich aber unter der Form eines grossen Tröpfchens, das oft den Kern bedeutend ausgedehnt hat. Um festzustellen, ob das Fett sich wirklich im Innern des Kernes findet und nicht einfach demselben anliegt oder so auf ihn drückt, dass es, wie Michaelis (5) annahm, von diesem wie von einer Kappe umhüllt wird, bediente ich mich zweier Kunstmittel, die mir als genügend zuverlässig erschienen. In Hermann'scher Flüssigkeit fixirte Drüsenschnitte werden zwischen zwei Deckgläschen eingeschlossen, sodass man sie bei starker Vergrösserung von beiden Seiten prüfen und sich so leicht überzeugen konnte, dass das Fett sich wirklich innerhalb des Kernes befand. Ebenso lässt sich an Schnitten von in Hermann'scher Flüssigkeit fixirtem Material, wenn sie unter dem Mikroskop mit Terpentinessenz behandelt werden, beobachten, dass das Fetttröpfchen allmählich erblasst und dann verschwindet und an seiner Stelle eine Vacuole zurückbleibt, deren Durchsichtigkeit die intranucleäre Lage ziemlich gut zu erkennen gestattet. In der Mehrzahl der Fälle weist der Kern, nach Auflösung des

Fettes, ausser der erwähnten Vacuole, kein deutliches Zeichen von Veränderung auf, weshalb sich sehr schwer bestimmen lässt, welches das Endschicksal dieser Kerne ist und ob das Fett eine Degeneration derselben oder eine an der Secretion sich betheiligende Form darstellt. Zu Gunsten dieser letzteren Hypothese spräche die Thatsache, dass ich in dem des Fettes beraubten Kerne nur in ganz seltenen Fällen Zeichen von Caryolyse sah, sowie dass die in Rede stehenden Kerne fast ausschliesslich in kein Secret enthaltenden und mit sehr hohem Epithel ausgekleideten Alveolen vorkommen, d. h. in solchen, die sehr wahrscheinlich erst anfangen abzusondern.

Die andere Besonderheit betrifft das constante Vorhandensein einer grossen Anzahl Leucocyten in der functionirenden Drüse, was ich schon weiter oben, wo ich vom Ursprung der Nissen'schen Kugeln sprach, erwähnte. Ausser den verschiedenen Leucocytenformen, die eosinophilen natürlich mit einbegriffen, die Michaelis dagegen nur als der Trächtigkeit eigen ansieht, fand ich auch ziemlich zahlreiche Mastzellen, besonders in dem reichlicheren Bindegewebe, das die Ausführungsgänge umgiebt oder die Lappchen von einander trennt. Was nun die eosinophile Granula enthaltenden Elemente anbetrifft, so lässt sich leicht wahrnehmen, dass viele von diesen unverändert in die Alveolarhöhlen gelangen und zuweilen in so grosser Menge, dass sie eine Alveolengruppe vollständig füllen. In anderen Fällen dagegen können sie verschiedene Veränderungen an ihrem Kerne erfahren (Taf. XXVIII, Fig. 16) und ausserdem in ihrem Innern entweder vollkommen normale oder weniger intensiv als gewöhnlich sich färbende Granula, oder auch anscheinend aus Modificationen der Granula hervorgegangene und sich zu rundlichen, durch Eosin rosa gefärbten, colloidartigen Massen verschmelzende homogene Schollen aufweisen (Taf. XXVIII, Fig. 17 u. 18), und bald im Epithel, bald im Alveolarinnern sich finden. Manche dieser Modificationen der eosinophilen Granula entsprechen übrigens ziemlich genau den schon von Heidenhain (9) in den Leucocyten des Salamanders als solchen beschriebenen.

Mus decumanus albinus. In den functionirenden Drüsen dieses Thieres, wie auch in denen des Kaninchens, vermochte ich, trotz allen Forschens, keine im Ruhezustand

befindliche Parenchyminseln, die den beim Meerschweinchen beschriebenen entsprächen, anzutreffen. Da jedoch bei diesen Thieren die Mammae eine grosse Fläche einnehmen, und sich deshalb nicht so leicht vollständig durchforschen lassen, kann ich deren Vorhandensein nicht mit Bestimmtheit ausschliessen.

In dem die Alveolen bekleidenden und je nach deren Füllungszustand mehr oder weniger hohen Epithel sah ich nie zweikernige Zellen oder Figuren von directer Theilung, wohl aber viele Mitosen (Taf. XXIX, Fig. 31), die bald wie zu Herden vereinigt, bald in den Alveolen der Lappen zerstreut auftraten. (Um eine genauere Vorstellung von ihrem relativen häufigen Vorkommen zu geben, bemerke ich hier, dass ich in einer Drüse, in welcher sie besonders zahlreich waren, in gewissen Portionen 6—7 auf je einem von fünf oder sechs aufeinanderfolgenden 15 mm² breiten und 6 μ dicken Schnitten fand, in anderen hingegen auf einer grossen Anzahl von Schnitten nur 1—2). Es fanden sich hier auch ziemlich viele Nissen'sche Kugeln (Taf. XXIX, Fig. 30) und Karyolysen der Epithelkerne (Taf. XXIX, Fig. 29), sowie Einschnitte in den freien Zellenrand dort, wo eine Nissen'sche Kugel schon in die Alveole gedrungen war. Alles dies ist dem sehr ähnlich, was man bei Meerschweinchen beobachtet, weshalb ich nur zu bemerken brauche, dass ich mich auch bei Mus davon überzeugen konnte, dass ein Theil der Nissen'schen Kugeln wirklich aus den Epithelementen der Alveolen hervorgeht.

Auch bei diesem Thierte beobachtet man Leucocytenwanderung durch das Epithel hindurch (Taf. XXIX, Fig. 29 a) in die Alveolen.

Das interstitielle Gewebe ist sehr spärlich und enthält ziemlich viele, auch eosinophile, Leucocyten, sowie viele Mastzellen, die der Membrana propria der Alveolen und der Ausführungsgänge aufliegen.

Kaninchen. Die die Milchdrüsenfunction begleitenden Strukturveränderungen sind den beim Meerschweinchen beobachteten ähnlich: sehr zahlreich sind die zweikernigen Zellen, ziemlich häufig die Figuren directer Theilung, die Kerncaryolysen (Taf. XXIX, Fig. 25) und Nissen'schen Kugeln (Taf. XXIX, Fig. 26), ziemlich

zahlreich die Kerntheilungsfiguren (Taf. XXIX, Fig. 27). Auch bei diesem Thiere beobachtet man Leucocyteninfiltration im Alveolarepithel (Taf. XXIX, Fig. 27a), und Formen von Nissen'schen Kugeln, die aus der Veränderung dieser hervorgegangen zu sein scheinen, während andere als aus den Drüsenzellen herrührend erkannt werden. In den wenig Secret enthaltenden Alveolen dehnen sich die Epithelzellen stark in die Länge aus und zwar, dicht zusammengedrängt wie sie sind, meistens gegen die Alveolarhöhle hin, sodass sie keulenförmig erscheinen, mit den Kernen im breiteren Theil der Zelle. Sammelt sich aber das Secret im Bläschenlumen an, so werden sie niedriger und an der Basis breiter, und bisweilen werden sie durch die grosse Secretansammlung so stark abgeplattet, dass sie wie ein ganz feiner Streifen erscheinen.

Das interstitielle Gewebe erscheint, je nachdem die Alveolen mehr oder weniger ausgedehnt sind, mehr oder weniger reichlich und enthält eine ziemlich grosse Anzahl Leucocyten, jedoch sehr spärliche eosinophile. Mastzellen werden, jedoch in ganz spärlicher Anzahl, hier und dort wahrgenommen. Bei einigen Thieren traf ich ferner im Bindegewebe und am Knotenpunkt mehrerer Alveolen mit einem gut scheinbaren Kern versehene Elemente an (Taf. XXIX, Fig. 28a), die in ihrem Innern zahlreiche mehr oder weniger grosse, durch Osmiumsäure schwarz oder braun gefärbte Tröpfchen enthielten und deren Bedeutung ich nicht zu präcisiren vermag.

Kuh. Meine Untersuchungen nahm ich an den Milchdrüsen von 7 frisch geschlachteten ausgewachsenen Kühen vor. In 5 Fällen that die Untersuchung des Secrets dar, dass es sich um milchende Thiere handelte; in den übrigen Fällen bestand das Secret aus einer grossen Menge Milchkügelchen und aus Colostrumkörperchen.

Bei allen lactirenden Kühen that die an verschiedenen Stellen der Drüse ausgeführte Untersuchung das gleichzeitige Bestehen von verschieden aussehenden Läppchen dar. Neben Läppchen mit vom Secret ungeheuer ausgedehnten Alveolen und in denen das Epithel zu einer ganz dünnen Schicht reducirt ist, finden sich andere mit hohem prismatischem Epithel, dessen

Zellen am freien Rande leicht convex sind und wenige Fetttröpfchen enthalten, und mit spärlichem Secret im Alveolarlumen, und noch andere, in denen dieses fast nur virtuell ist; und ferner, in einigen Fällen, Läppchen mit ganz dichter Infiltration von einkernigen Leucocyten nicht nur um die Drüsenacini herum, sondern auch im Innern des Epithels an der Basis der Zellen, wo sie nicht selten eine fortlaufende Schicht von Elementen bilden, von denen nur der lebhaft gefärbte Kern deutlich sichtbar ist; sodass an jenen Stellen die Alveole mit zwei Lagen Zellen ausgekleidet scheint und Figuren entstehen, wie sie Kolessnikow (21) beobachtet hat, der denn auch meinte, dass diese Kerne Epithelzellen, und genauer gesagt, Keimzellen angehören. Solche Leucocyten treten in verschiedener Menge, und bisweilen sehr zahlreich auch in der Alveolarhöhle auf.

In einigen Fällen endlich kommen Lappen vor, bei denen die Alveolarhöhle eine oder mehrere grosse einkernige Zellen enthält, die offenbar den von Bizzozero und Vassale (4), jedoch bei nicht mehr lactirenden Kühen angetroffenen entsprechen und die ich besonders zahlreich bei einer Kuh antraf, deren Secret Colostrumkörperchen enthielt. Diese Zellen sind oft derart mit Fetttröpfchen gefüllt, dass sich an mit Hermann'scher Flüssigkeit fixirten Stücken der Kern nur mit grosser Mühe erkennen lässt.

In drei von den fünf Fällen, in denen die Drüse in voller Functionsthätigkeit war, nahm ich hier und dort im Parenchym Läppchen oder Läppchengruppen wahr, die im Aussehen gänzlich den Drüsenläppchen einer hochträchtigen, z. B. im 6. Monat der Trächtigkeit stehenden Kuh glichen. Sie bestanden aus fast kein Lumen mehr aufweisenden Alveolen, die mit gewöhnlich fettlosem Epithel ausgekleidet waren, dessen bläschenförmige Kerne sich viel weniger färbten als die Kerne in den functionirenden Acini. In dem engen, gewöhnlich kein Secret enthaltenden Lumen dieser Alveolen fanden sich nicht selten einige Leucocyten und sehr selten die grossen von Bizzozero und Vassale beschriebenen Phagocyten; und diese letztere Eigenthümlichkeit war vielleicht das einzige Zeichen, durch welches sie sich deutlich von den Drüsenalveolen eines trächtigen Thieres unterschieden, in denen jene Phagocyten sehr zahlreich vorhanden zu sein pflegen. Hervorgehoben muss jedoch werden, dass diese Läppchen constant der Sitz von mitotischen Figuren waren, die in einem Falle so

zahlreich erschienen, dass man in mehreren Läppchengruppen und auf 5–6 aufeinanderfolgenden Schnitten der Stücke, in denen diese besonderen Läppchen auftraten, 1–2 in jedem Acinus zählen konnte.

Ihre Structur im Ganzen genommen, und besonders das enge Alveolarlumen, das Fehlen von Secret und Fetttröpfchen im Epithel characterisirt die in Rede stehenden Läppchen ziemlich deutlich gegenüber den Läppchen, die schon functionirt haben und die durch das Secretionsprodukt alle ausgedehnt sind, sowie gegenüber den Läppchen, die mit der Absonderung erst zu beginnen scheinen und mit hohem polyedrischen Epithel, dessen Zellen schöne Fetttröpfchen in ihrem freien Ende enthalten, versehen sind. Man könnte deshalb annehmen, dass sie ein intermediäres Stadium zwischen diesen beiden Extremen darstellen, gleichsam als befänden sich die Drüsenacini nun in einem zeitweiligen Ruhezustande und näherten sich so, nicht nur im Aussehen, sondern auch in der Bedeutung, den beim Meerschweinchen beschriebenen Parenchyminseln des zweiten Typus. Und andererseits sind vielleicht die sehr dichte Leucocyteninfiltration im interstitiellen Bindegewebe und im Epithel aufweisenden Läppchen, oder besser gesagt Läppchengruppen, die, wie ich oben sagte, bei allen Kühen vorkommen, mit den dem Meerschweinchen eigenen Parenchyminseln des ersten Typus zu vergleichen. Doch wiederhole ich, dass ich nur in drei von den fünf Fällen von gänzlich functionirenden Drüsen Läppchen antraf, die, wenigstens im Aussehen, an die Inseln des zweiten Typus beim Meerschweinchen erinnern; nichtsdestoweniger ist, angesichts des grossen Volumens der Kuhmamma, nicht auszuschliessen, dass ähnliche Besonderheiten in allen Fällen vorkommen.

Ferner bemerkte ich, bisweilen ähnlich wie beim Meerschweinchen, Alveolen, bei denen das Protoplasma der Epithelzellen gänzlich zerfallen erschien und, gleich dem Alveolarlumen, zahlreiche rundliche Körperchen enthielt, wie ich solche in einigen Mammatheilen beim Meerschweinchen antraf und die, für dieses Thier, in Taf I, Fig. 14 dargestellt sind.

Das die Alveolen der lactirenden Kuh auskleidende Epithel ist stets einschichtig; nie sah ich hier zweikernige Elemente. Nissen'sche Kugeln kommen nur ganz spärlich vor und einige derselben rühren sicherlich aus dem Epithel her. Mitosen sind

äusserst selten (Taf. XXIX, Fig. 32); doch treten solche ohne Zweifel während der Lactation, sowohl in den functionirenden, als in den nur ganz wenig Secret enthaltenden und in den scheinbar ruhenden Alveolen auf.

Hier muss ich eine andere Frage berühren. Michaelis (5) behauptet auf Grund seiner Untersuchungen am Meerschweinchen und an der Kuh, dass während der Secretion, besonders beim Meerschweinchen, ein grosser Zerfall von Epithelkernen stattfindet. Nach ihm zerfällt nur ein geringer Theil der Kerne in situ im Epithel durch Karyolyse; die meisten dagegen dringen als freie Kerne in die Alveolarhöhle, wo sie in der Folge degeneriren. Was das Meerschweinchen anbelangt, bemerke ich gleich, dass ich in den zahlreichen von mir untersuchten Drüsen nie freie Epithelkerne in der Alveolarhöhle antraf; das Gleiche kann ich von *Mus decumanus albinus* und vom Kaninchen sagen. Betreffs der Kuh fand ich nur in zwei Fällen eine grosse Menge freier Kerne in den Alveolen. Obgleich sie sich nicht ganz leicht von den Kernen eingewanderter Leucocyten unterscheiden liessen, sprach jedoch ihr Aussehen eher dafür, dass es sich um Epithelkerne handelte; doch ist zu bemerken, dass sie sich fast ausschliesslich in peripheren Alveolen der Schnitte fanden, wo sich mithin irgend eine mechanische Läsion nicht ausschliessen liess; nur in einigen Stücken waren sie auch in ganz wenigen anderen Alveolen enthalten. Trotzdem glaube ich mich der Ansicht jener Autoren anschliessen zu müssen, die, wie Bizzozero und Vassale (4), Benda (22) u. A. meinen, dass es sich hier um eine rein casuelle Erscheinung handle, und auf keinen Fall kann ich dem eine Bedeutung im Mechanismus der Milchsecretion beimessen, wie es Michaelis thut.

Das interstitielle Gewebe enthält fast immer viele Leucocyten, fast ausschliesslich einkernige und, in ziemlicher Menge, eosinophile, sowie zahlreiche Mastzellen.

Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der functionirenden Milchdrüse der Kuh ist die Anwesenheit von besonderen, den Amyloidkörpern der Prostata, Lunge u. s. w. ähnlichen Concrementen in derselben.

Die Productionen wurden meines Wissens bisher nicht von Anderen angetroffen. Fürstenberg (23) spricht allerdings von Concrementen der Mamma bei der Kuh (Milchsteine), doch

scheint es sich in seinem Falle um grobe pathologische Productionen, um wirkliche Steine, gehandelt zu haben; und auch die Steine, von denen Hammarsten (24) spricht und die aus einem organischen Theile und einem anderen wichtigeren, nämlich Kalksalzen, bestehen sollen, haben mit den in Rede stehenden Productionen nichts zu thun.

Die Concremente, die ich meine (Taf. XXIX, Fig. 33) sind mikroskopische Körper (von 30—140—250 μ maximalem Durchmesser) von vorwiegend rundlicher oder ovaler Form, oft in der Richtung eines der maximalen Durchmesser etwas abgeplattet, haben einen regelmässigen Contour, eine deutlich circuläre Schichtung und weisen oft zarte radiäre Streifen auf, besitzen ein starkes Brechungsvermögen und sind den chemischen Agentien gegenüber von bedeutender Resistenz. Dilacerirt man ein Drüsenstückchen im frischen Zustande in physiologischer Na Cl-Lösung, so findet man ausser den in Rede stehenden Körpern viele Haufen von feinen Fettsäurecrystallen, die sich bisweilen rings um die Concremente herum abgesetzt haben und so deren Structur vollständig verlarven. Bei Prüfung des Präparats unter dem Polarisationsmikroskop sieht man, dass die Fettsäurecrystalle doppelbrechend, die Concremente aber nur einfach brechend sind, weshalb in den Fällen einer, offenbar post mortem erfolgten Ablagerung der ersteren auf den letzteren, die Körper, je nachdem man den Brennpunkt des Objectivs auf die Rinde oder den Kern derselben einstellt, doppelt- oder einfach brechend erscheinen.

Diese Concremente widerstehen, selbst viele Stunden lang, der Wirkung des absoluten Alcohols, des Aethers, Chloroforms, einer 1%igen Essigsäure-, 10%igen Salzsäure-, 5—10%igen Schwefelsäure-, 36%igen Aetzkallilösung. Verdünnte Salzsäure macht sie nur etwas blasser, mit zarteren Contouren, während die Schichtung deutlich erhalten bleibt; und Aetzkali in concentrirter Lösung macht sie, nach vielen Stunden, weniger deutlich, und sie erscheinen dann etwas gequollen, während die Schichtung stets deutlich bestehen bleibt. Reine Schwefelsäure, Salzsäure, rauchende Salpetersäure dagegen machen sie zuerst blasser, worauf sie sich nach und nach, und zwar ziemlich rasch, auflösen.

Mit Lugol'scher Flüssigkeit behandelt, nehmen die Concremente eine zwischen strohgelb, mahagoniroth und braunroth

wechselnde Färbung an; bei nachfolgender Behandlung mit reiner oder 10%iger Schwefelsäure färben sich die gelben pomeranzenfarbig, die anderen nehmen eine dunklere, bisweilen lebhaft braunrothe Färbung an, mit einem gewöhnlich central gelegenen braunen Kern. Einige der concentrischen Streifen erscheinen nach Einwirkung der Lugol'schen Flüssigkeit und der Schwefelsäure brauner als die übrigen, während die radiären Streifen unkenntlich werden.

Anilinfarben gegenüber verhalten sich diese Körper regelmässig wie die Amyloidsubstanz und die Corpora amylacea der Prostata; mit Methylviolett, Gentianaviolett, Jodgrün, Methylgrün färben sie sich roth; mit Saffranin orangengelb. Nach der Russel'schen Methode färben sie sich roth, mit van Gieson'scher Flüssigkeit bald orangengelb, bald hellgelb, bald dunkelroth; nach der Ramon-y-Cajal'schen dreifachen Färbungsmethode gewöhnlich dunkelroth, bisweilen aber auch gelb oder graugelb; mit Picrocarmin gewöhnlich gelb; bei Doppelfärbung mit Hämatoxylin und Eosin nehmen einige die Farbe des ersteren, andere die des letzteren an. Auf Schnitten von in Hermann'scher Flüssigkeit fixirten und mit Saffranin gefärbten Stücken erscheinen sie gewöhnlich ungefärbt, nur in manchen Fällen färben sie sich roth, jedoch nicht gleichmässig, indem sie entweder einen rundlichen centralen Theil, oder kleine Massen verschieden grosser Granula, oder an Actinomycesfädenhaufen erinnernde Formen roth gefärbt aufweisen.

Zu bemerken ist, dass alle diese Färbungen in den einzelnen Fällen nicht den ganzen Körper interessiren: sie treten vorwiegend an den peripheren Theilen und in grösserer oder geringerer Ausdehnung auf, während der übrige Körper die Grundfärbung des umliegenden Gewebes annimmt. Nur selten zeigt der Körper die specifische Färbung in seiner ganzen Dicke.

Was die Reactionen auf einige Anilinfarben anbetrifft, steht fest, dass diese Concremente sich ebenso verhalten, wie die eigentliche Amyloidsubstanz und die Corpora amylacea der Prostata, während sie sich andererseits bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure von beiden differenziren. In Anbetracht ihres Aussehens und ihrer Structur scheint es mir jedoch natürlich, sie als den Corpora amylacea, besonders denen der menschlichen Prostata, ähnliche Formen zu classificiren.

Ich traf diese Concremente in verschiedener, bisweilen sehr grosser Menge, constant in allen untersuchten Drüsen an, besonders in einigen Läppchen und bei Thieren, deren Milch auch Colostrumkörperchen enthielt. Sie finden sich bald in der Alveolarhöhle frei oder dem Epithel aufliegend, das sie auf eine gewisse Strecke zusammendrücken, oder auch inmitten der Epithelzellen aufgerichtet (Taf. XXIX, Fig. 34), bald im interstitiellen Bindegewebe, bald endlich zum Theil im Bindegewebe, zum Theil in den Alveolen.

Sind sie intraepithelial gelegen, so erscheinen sie als kleine, zwischen 3 oder 4 Epithelzellen gelagerte Körperchen, dieselben verunstaltend oder leicht verschiebend, oder als grössere Körper, die das Epithel auf eine gewisse Strecke substituiren, welches letztere an jener Stelle entweder ganz fehlt oder die Concremente mit einer bald regelmässigen, bald etwas unregelmässigen Reihe von Epithelzellen bedeckt. So gelangt man stufenweise zu jenen Fällen, in denen ein grosser Körper zur Hälfte in der Drüsenalveole, zur Hälfte im interalveolären Bindegewebe sich findet, und auf diese Weise entstehen dann vielleicht die nur von Bindegewebe umgebenen Körper, wie es übrigens nicht unwahrscheinlich ist, dass alle ihren Ursprung zuerst in den Alveolen gehabt haben.

In fast allen Fällen liegen den Concrementen vielkernige Riesenzellen auf und ausserdem grosse, einkernige Zellen, die manchmal mit Fetttröpfchen gefüllt sind und den von Bizzozero und Vassale beim Meerschweinchen und bei der Kuh nach beendigter Lactation angetroffenen grossen Phagocyten gleichen. Auf Serienschnitten lässt sich bestimmen, welche Aufgabe diese Elemente aller Wahrscheinlichkeit nach haben müssen.

Abgesehen von einigen, nicht seltenen Fällen, in denen die intraalveolären Concremente auf allen Seiten von solchen grossen, einkernigen Zellen eng umgeben sind, die sie zu sequestriren scheinen und die mit einigen ihrer Fortsätze — zuweilen besitzen sie solche — auf der anderen Seite dem Drüsenepithel anliegen, beobachtet man eine Reihe Figuren, die durchaus die Anschauung stützen, dass diese Zellen den Concrementen gegenüber wahre Phagocyten seien (Taf. XXIX, Fig. 35, 36, 37, 38). Man sieht nämlich Concremente mit oberflächlichen, halbkugelförmigen Erosionen, in denen sich grosse ein- oder vielkernige Zellen festgesetzt haben; andere Concremente weisen eine kurze,

periphere Spalte auf, die entweder von einer ganzen solchen Zelle oder von einem ihrer Fortsätze eingenommen ist; noch andere zeigen weite, oft multiple Spalten, die bisweilen zu mehr oder weniger grossen Höhlen führen, und überall sieht man eine oder mehrere solche Zellen. So gelangt man stufenweise zu mannigfaltig zerstückelten Körpern, zu Kugelsegmenten mit verschiedenen zahlreichen Erosionen, zu unregelmässig gestalteten, aber immer noch die concentrische Schichtung deutlich aufweisenden Körperchen, und damit zusammen sieht man stets jene Riesenzellen, die diese letzten Reste zu zernagen scheinen und die, besonders wenn sie sich in einem halbkugelförmigen Einschnitt des Concrements eingenistet haben, auffallend den innerhalb Howship'scher Lakunen gelegenen Osteoklasten gleichen.

Endlich trifft man mitunter in den Alveolen vielkernige Riesenzellen an, die Fragmente in ihrem Körper enthalten, welche durch ihre besondere Lichtbrechung oder durch ihre spezifische Färbung, z. B. wenn nach der Russel'schen Methode behandelt, sich als die letzten Reste eines Concrements herausstellen (Taf. XXIX, Fig. 39).

Aus allem diesem scheint der Schluss berechtigt, dass die in Rede stehenden Zellen nichts anderes sind, als Elemente, die die Aufgabe haben, die Concremente zu zernagen, zu zerstückeln und schliesslich zu resorbiren.

Was den Ursprung eines Theiles dieser Phagocyten, nämlich der grossen einkernigen Zellen anbetrifft, so glaube ich, dass es sich um Elemente handelt, die mit den gewöhnlichen Leucocyten zusammen aus dem interstitiellen Bindegewebe hervorgehen. In Fig. 40 (auf Taf. XXIX) habe ich in *a* ein Element gezeichnet, das durch das Epithel hindurch zu wandern im Begriffe ist und das, eben nach meiner Meinung, eine der in Rede stehenden Zellen wäre. Diese erscheinen bisweilen in karyochinetischer Theilung (Taf. XXIX, Fig. 41).

Betreffs der Entstehung der Concremente gestatten mir die gesammelten Daten nicht, irgend eine Hypothese aufzustellen. Als Eigenthümlichkeit, die einiges Interesse bieten dürfte, will ich nur erwähnen, dass sie, wenn auch mitunter in Alveolen vorkommend, deren Epithelzellen mit anscheinend ganz zerfallenem Protoplasma aufweist, doch gewöhnlich in durchaus normalen Alveolen angetroffen werden; und endlich, dass einige Con-

cremente gänzlich intraepithelial sind und bisweilen Kerne enthalten, die jede Affinität für die Farben verloren haben.

Die Resultate meiner oben mitgetheilten Untersuchungen lassen sich, hinsichtlich der von mir untersuchten Thiere, in folgende Schlüsse zusammenfassen :

1. Die Milchsecretion ist eine active Function der Milchdrüsenzellen, d. h. sie ist nicht nothwendigerweise an den Zerfall dieser letzteren gebunden, mag nun dieser Zerfall, nach den älteren Theorien von Virchow, Reinhardt u. A., in einer fettigen Degeneration der Epithelzellen bestehen, oder mag er, wie R. Heidenhain, Frommel u. A. meinen und wie neuerdings wieder Michaelis behauptete, hauptsächlich die Epithelkerne betreffen. Denn jenen Uebergang von zahlreichen freien Epithelkernen in die Alveolarhöhle, den Michaelis als das Fundament seiner Anschauung beschreibt und der, wie ich schon sagte, nicht stattfindet, gänzlich unberücksichtigt lassend, wäre die Bildung und Anwesenheit der Nissen'schen Kugeln in den Alveolen die einzige Thatsache, die sich zu Gunsten eines Zerfalls des Epithels anführen liesse. Nun ist aber zu bemerken, dass diese nie so zahlreich sind wie sie es sein müssten, wenn die Milch wirklich aus einem Zerfall des Drüsenepithels hervorginge. Ausserdem steht, wie schon Bizzozero und Vassale hervorhoben, deren Menge in keinem Verhältniss zum Thätigkeitszustande der Drüse. Auch ich konnte constatiren, dass die Zahl der Nissen'schen Kugeln in den Drüsen zweier in dem gleichen Functionsmoment sich befindenden Thiere ganz verschieden sein kann (bei einem Meerschweinchen, das seit 14 Tagen ein einziges Junges stillte, waren sie sehr zahlreich, während sie bei einem anderen, das seit 13 Tagen zwei Junge stillte, spärlich vorkamen, und sehr spärlich und fast nur in wenigen Regionen localisirt bei einem dritten, das seit 11 Tagen zwei Junge stillte). In der in activer Function stehenden Mamma der Kuh endlich sind die Nissen'schen Kugeln äusserst selten und fehlt jedes andere auf Zellenzerfall hindeutende Zeichen.

2. Will man bezüglich der Bedeutung der Epithelkaryolysen und der daraus entstehenden Nissen'schen Kugeln eine Hypothese aufstellen, so dürfte es, meiner Meinung nach, eher die sein, dass während der Milchsecretion die Drüsenzellen, in Folge

der lebhaften Thätigkeit, zu der sie gezwungen werden, je nach den Fällen und den Individuen, mehr oder weniger schnell sich abnutzen, altern und schliesslich zu Grunde gehen.

3. Die abgestorbenen Drüsenzellen werden dann durch Caryocinese der in situ verbliebenen Zellen ersetzt. Bei einigen Thieren (Meerschweinchen, Kaninchen) findet vielleicht auch eine directe Theilung der Kerne statt, zwecks Wiederersatzes der verlustig gegangenen, die einer zweikernigen Zelle angehörten und die sich in Nissen'sche Kugeln verwandelt haben.

4. An der Zusammensetzung der Milch betheiligen sich auch die Leucocyten, und ein Theil derselben geht unter der Form von Nissen'schen Kugeln in's Secret über, die sich von jenen epithelialen Ursprungs kaum unterscheiden lassen.

5. Die Functionsthätigkeit interessirt, wenigstens beim Meerschweinchen, abwechselnd die verschiedenen Milchdrüsenportionen, sodass, während einige von ihnen auf dem Höhepunkt der Function stehen, andere sich in vollständigem Ruhezustande befinden.

6. In der activen Milchdrüse der Kuh finden sich in manchen Lappchen gegen die chemischen Reagentien sehr widerstandsfähige mikroskopische Concemente, die im Aussehen und in einigen chemischen Eigenschaften den Corpora amylacea der Prostata gleichen, von denen sie sich jedoch hauptsächlich dadurch unterscheiden, dass sie auf Jod und Schwefelsäure nicht die diesen letzteren eigene charakteristische Reaction geben.

7. In Gemeinschaft mit einigen dieser Concremente finden sich ein- oder mehrkernige Zellen, die offenbar die Aufgabe haben, sie zu vernichten und die deshalb als wirkliche Phagocyten zu betrachten sind.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXVIII und XXIX.

Alle Figuren wurden mit Hilfe der Zeiss'schen Hellkammer und des Zeichentisches gezeichnet; — Koristka'sches Mikroskop, Tubuslänge 160 mm.

Fig. 1. Meerschweinchen, seit 13 Tagen zwei Junge, seit einem Tage eines lactirend; — Zenker'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin, Eosin. — *a*, *b*, normale Leukocytenkerne innerhalb des Epithels einer Alveole; — homogene Imm., compensations Oc. 4.

- Fig. 2. Meerschweinchen, seit 11 Tagen zwei Junge lactirend; — Zenker'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin, Eosin. — *a*, von einem hellen Hof umgebener normaler Leukocytenkern innerhalb einer Epithelzelle; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 3. Meerschweinchen, seit 11 Tagen zwei Junge lactirend; — Zenker'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin, Eosin. — *a*, Leukocyt mit Kern in Chromatolyse, innerhalb einer Epithelzelle; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 4. Meerschweinchen, seit 11 Tagen zwei Junge lactirend; — Zenker'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin, Eosin. — Nissen'sche Kugel, die wahrscheinlich von einem Leukocyten her stammt; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10. Meerschweinchen, seit 14 Tagen ein Junges lactirend; — Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin. — Fig. 5, Chromatolyse in einer einkernigen Epithelzelle; Fig. 6, Chromatolyse eines Kerns einer zweikernigen Zelle; Fig. 7, Chromatolyse beider Kerne einer zweikernigen Zelle; Fig. 8, der in Chromatolyse stehende, von etwas Protoplasma umgebene Kern bildet eine typische Nissen'sche Kugel, die in Fig. 9 zwei veränderte Kerne enthält; Fig. 10, die Nissen'sche Kugel, auch ein Fetttröpfchen *a* enthaltend, fällt in die Alveolarhöhle, in der Wand dieser einen Einschnitt zurücklassend; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 11. Meerschweinchen, seit 12 Tagen zwei Junge lactirend; — Zenker'sche Flüssigkeit Hämatoxylin, Eosin. — *a*, Alveole, in welcher man verschiedene Phasen der directen Kerntheilung wahrnimmt; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 12. Meerschweinchen, seit 18 Tagen ein Junges lactirend; — Zenker'sche Flüssigkeit, Gentianaviolett. — Mitose in einer Epithelzelle; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 13. Meerschweinchen, seit 11 Tagen zwei Junge lactirend; — Zenker'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin, Eosin. — Parenchyminsel des I. Typus. — *a*, eosinophile Leukocyten; — *b*, colloidartige Schollen; *c*, Leukocytenkerne; *d*, Mitose; — Obj. 7*, Oc. 2.
- Fig. 14. Meerschweinchen, seit 14 Tagen ein Junges lactirend; — Sublimat, Ehrlich-Biondi-Heidenhain'sche Gemisch; homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 15. Meerschweinchen, seit 12 Tagen zwei Junge lactirend; — Zenker'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin, Eosin. — *A*, functionirende Alveolen; *B*, Parenchyminsel des II. Typus; — *a*, Colloidscholle; *b*, eosinophile Leukocyten; *c*, grosse Bizzozero und Vassale'sche Zellen; *d*, Mitose; — Obj. 7*, Oc. 2.
- Fig. 16. Chromatolyse in eosinophilen Leukocyten: *a*, bei einem seit 13 Tagen zwei Junge lactirenden Meerschweinchen; *b*, bei einer trächtigen Maus (Föten 3,5 cm lang); — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 17. Meerschweinchen, seit 13 Tagen zwei Junge lactirend; — Zenker'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin, Eosin. — Verschieden veränderte eosinophile Leukocyten im Epithel; — *a*, colloidartige Schollen in der Alveolarhöhle; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.

- Fig. 18. Meerschweinchen, seit 13 Tagen zwei Junge lactirend; — Zenker'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin, Eosin: — *a*, colloidartige Schollen; *b*, Leucocytenkern; *c*, eosinophile Leucocyten — homogene Imm., comp — Oc. 4.
- Fig. 19, 20, 21, 22, 23. Meerschweinchen, seit 14 Tagen ein Junges lactirend; — Sublimat, Ehrlich-Biondi-Heidenhain'sches Gemisch; — Verschiedene Typen von aus dem Epithel hervorgegangenen Nissen'schen Kugeln; — Obj. apochr. Zeiss 1,5 mm, comp. — Oc. 8.
- Fig. 24. Kaninchen, seit 27 Tagen lactirend; — Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin. — Chromatolyse in einer Epithelzelle; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 25, 26. Kaninchen, seit 27 Tagen lactirend; — Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin — Verschiedene Typen von Nissen'schen Kugeln; Fig. 25, von Leucocyten herrührende; Fig. 26, aus Epithelzellen hervorgegangene; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 27. Kaninchen, seit 27 Tagen lactirend; — Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin. — Mitose in einer Epithelzelle: *a*, Leukocyt; homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 28. Kaninchen, seit 27 Tagen lactirend; — Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin. — *a*, Fetttröpfchen enthaltendes Element im Interstitium zwischen mehreren Drüsenalveolen; homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 29. Mus, seit 9 Tagen lactirend; — Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin. — *a*, Leucocytenkern; *b*, Chromatolyse in einer Epithelzelle; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 30. Mus, zum Ende der Lactation; Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin — Nissen'sche Kugeln; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 31. Mus, zum Ende der Lactation; — Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin. — Mitose in einer ein grosses Fetttröpfchen enthaltenden Epithelzelle; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 32. Kuh mit vieler Milch; — Alcohol, Hämatoxylin. — Mitose im Epithel; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 33. Kuh mit vieler Milch; — Müller'sche Flüssigk. — Concremente. — Obj. 7*, comp. — Oc. 4.
- Fig. 34. Kuh mit zahlreiche Kolostrumkörperchen enthaltender Milch; — Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin. — *a*, grosses Element in der Alveolarhöhle; *b*, mitten in dem Epithel hervorgegangener und wenig färbbare Kerne enthaltendes Concrement; homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 35, 36, 37, 38. Vielkernige Riesenzellen (*a*) und grosse einkernige Elemente (*b*), die Concremente *A* zernagen. Fig. 35 ist von einer Kuh, die einige Kolostrumkörperchen in der Milch aufwies, die übrigen Figuren sind von einer Kuh mit wenig, zahlreiche Kolostrumkörperchen enthaltender Milch; — Zenker'sche Flüssigkeit; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 39. Kuh mit wenig, zahlreiche Kolostrumkörperchen enthaltender Milch; Alcohol, Russel'sche Methode. — Zahlreiche Concrementfragmente (*c*) enthaltende Riesenzelle innerhalb einer Alveole; — *A*, Alveolenwand; *a*, intraepitheliales Concrement; *b*, kleine Colloidhäufchen; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.

- Fig. 40. Kuh mit wenig, zahlreiche Kolostrumkörperchen enthaltender Milch; — Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin. — *a*, grosses einkerniges Element mit einigen Fetttröpfchen, welches durch das Alveolarepithel hindurch geht; *b*, grosses einkerniges Element mit Fett, in der Alveolarhöhle; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.
- Fig. 41. Kuh mit vieler, einige Kolostrumkörperchen enthaltender Milch; — Zenker'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin. — Mitose einer Bizzozero und Vassale'schen Phagocyte; — homogene Imm., comp. — Oc. 4.

Literaturverzeichnis.

1. G. Bizzozero und D. Ottolenghi, Die Histologie der Milchdrüse. — Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgesch. von Merkel und Bonnet, IX. Bd., 1899.
2. E. Unger, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Milchdrüse. — Anat. Hefte von Merkel und Bonnet, 1898, S. 153.
3. G. Spampiani, Sopra la glandula mammaria nella segregazione del latte. — Monitore Zoologico, 1899, N. 9.
4. G. Bizzozero e G. Vassale, Sulla produzione e sulla rigenerazione fisiologica degli elementi ghiandolari. — Archivio p. Scienze mediche, 1887, S. 195.
5. L. Michaelis, Beiträge zur Kenntniss der Milchsecretion. — Archiv f. mikr. Anat. 1898, Bd. 51, S. 711.
6. F. Nissen, Ueber das Verhalten der Kerne in den Milchdrüsenzellen bei der Absonderung. — Arch. f. mikr. Anat. 1886, Bd. 26, S. 337.
7. A. Rauber, Ueber den Ursprung der Milch und die Ernährung der Frucht im Allgemeinen. Leipzig, 1879.
8. J. Arnold, Ueber Theilungsvorgänge an den Wanderzellen, ihre progressiven und regressiven Metamorphosen. — Arch. f. mikr. Anat. 1887, Bd. 30, S. 205.
9. M. Heidenhain, Ueber Kern und Protoplasma. — Separatabdruck aus der Festschrift zum 50jähr. Doctorjubiläum des Herrn Geheimrath Prof. Dr. v. Kölliker, 1892.
10. H. Schmaus und E. Albrecht, Ueber Karyorhexis, Virchow's Archiv 1895, Bd. 138 Suppl.
11. M. Heidenhain, Beiträge zur Kenntniss der Topographie und Histologie der Kloake und ihrer drüsigen Adnexa bei den einheimischen Tritonen. — Arch. f. mikr. Anat. 1890, Bd. 35, S. 173.
12. M. Heidenhain, Neue Untersuchungen über die Centralkörper und ihre Beziehungen zum Kern- und Zellenprotoplasma. — Arch. f. mikr. Anat. 1894, Bd. 43.
13. E. Coen, Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der Milchdrüse. — Ziegler's Beitr. zur path. Anat. Bd. 2, 1888, S. 83.
14. L. Duclert, Etude histologique de la sécrétion du lait. — Montpellier 1893, Thèse.

15. J. Steinhaus, Die Morphologie der Milchabsonderung. — Archiv f. Anat. und Phys. 1892, Suppl. Bd. —
16. C. F. Th. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. — Nachträge zum I. Bd. des Handbuches v. W. Krause. — Hannover, 1881, S. 97.
17. Kadkin, cit. da E. Unger (2).
18. J. Szabó, Die Milchdrüse im Ruhezustande und während ihrer Thätigkeit. — Arch. f. Anat. und Phys, Anat. Abth. 1896, S. 352.
19. R. Heidenhain, Die Milchabsonderung. — Hermann's Handbuch der Physiol., Leipzig 1880, S. 374.
20. S. M. Jakowski, Ueber die Milchdrüse der Menschen und der Thiere. refer. in Schwalbe, Jahresb. f. Anat. und Phys. Jahrg. 1880.
21. N. Kolessnikow, Die Histologie der Milchdrüse der Kuh und die pathologisch-anatomischen Veränderungen derselben bei der Perlsucht — Virchow's Arch. 1877, Bd. 70, S. 531.
22. C. Benda, Das Verhältniss der Milchdrüse zu den Hautdrüsen. — Dermatol. Zeitschrift. — 1893—94, S. 94.
23. M. H. F. Furstenberg, Die Milchdrüse der Kuh, Leipzig 1868.
24. O. Hammarsten, Lehrbuch der physiologischen Chemie. — Wiesbaden, 1899, S. 414.
25. C. Partsch, Ueber den feineren Bau der Milchdrüse. — Diss. Breslau 1880.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Rostock.

Untersuchungen über den Bau der Excretionsorgane der Tunicaten.

Von
Wilhelm Dahlgrün
aus Hannover.

Hierzu Tafel XXX und XXXI.

Die Excretionsorgane der Thethyodeen haben während der letzten Decennien in den umfassenden Arbeiten bedeutender Histologen eine eingehende Berücksichtigung erfahren, während Beobachtungen über diese Organe bei den Thaliaceen nicht vorliegen. Neben Milne-Edwards, van Beneden, Girard, Kupffer, Kowaleosky und Heller waren es besonders