Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 69 (1927)

Heft: 3

Artikel: Über Bau und Funktion exokriner Drüsen

Autor: Ziegler, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-587929

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

SCHWEIZER ARCHIV
FÜR TIERHEILKUNDE

Herausgegeben von der Gesellschaft Schweizerischer Tierärzte

LXIX. Bd. März 1927 3. Heft

Über Bau und Funktion exokriner Drüsen.

Mit 6 Textfiguren.

Von Pd. Dr. H. Ziegler, Prosektor
am vet.-anat. Institut der Universität Bern.

Exokrine Drüsen im weitesten Sinne sind Epithelflächen, die nur an beschränkter Stelle des sonst impermeablen Oberflächenepithels vorzukommen pflegen und zum Durchtritt der verschiedensten Körperstoffwechselprodukte dienen. Zwecks Oberflächenvergrösserung wachsen sie in die Tiefe aus und bilden einfache oder verzweigte Epithelschläuche. Die Verzweigung kann so ausgedehnt sein, dass man von Drüsenbäumchen spricht. Gewöhnlich ist nicht das ganze Epithel der Schläuche an der Stoffabgabe beteiligt, sondern ein mehr oder weniger langer Abschnitt am mündungsseitigen Ende ist zur Ausführung der Produkte bestimmt. Eine scharfe Trennung zwischen ausführendem und sezernierendem Teil ist nicht immer möglich, da oft einzelne Zellen oder ganze Abschnitte der Ausführungsgänge an der Sekretion teilnehmen, z. B. die sog. Sekretröhren in manchen Speicheldrüsen, die Schleim- oder Becherzellen in den Ausführungsgängen seröser Drüsen. Je nach dem Verhalten des ausführenden Abschnittes kennt man einfache oder zusammengesetzte, je nach demjenigen des sezernierenden, verästelte und unverästelte Drüsen, so spricht man z. B. von einer zusammengesetzten, unverästelten Drüse, wenn dem verzweigten Ausführungsgang unverästelte Drüsenstücke aufsitzen (Abb. 1 bei 3, 7, 11, 15 und 19), eine einfache, verästelte Drüse zeigt Abb. 1 bei 2, 6, 10, 14 und 18.

Nach der Form der sezernierenden Abschnitte pflegt man die Drüsen einzuteilen in: tubulöse, alveoläre und tubulo-alveoläre, d. h. in röhrenförmige, blasenförmige und in röhrenförmige mit blasig-erweitertem Ende. In der Anwendung dieser Ausdrücke finden wir in den Lehrbüchern manche

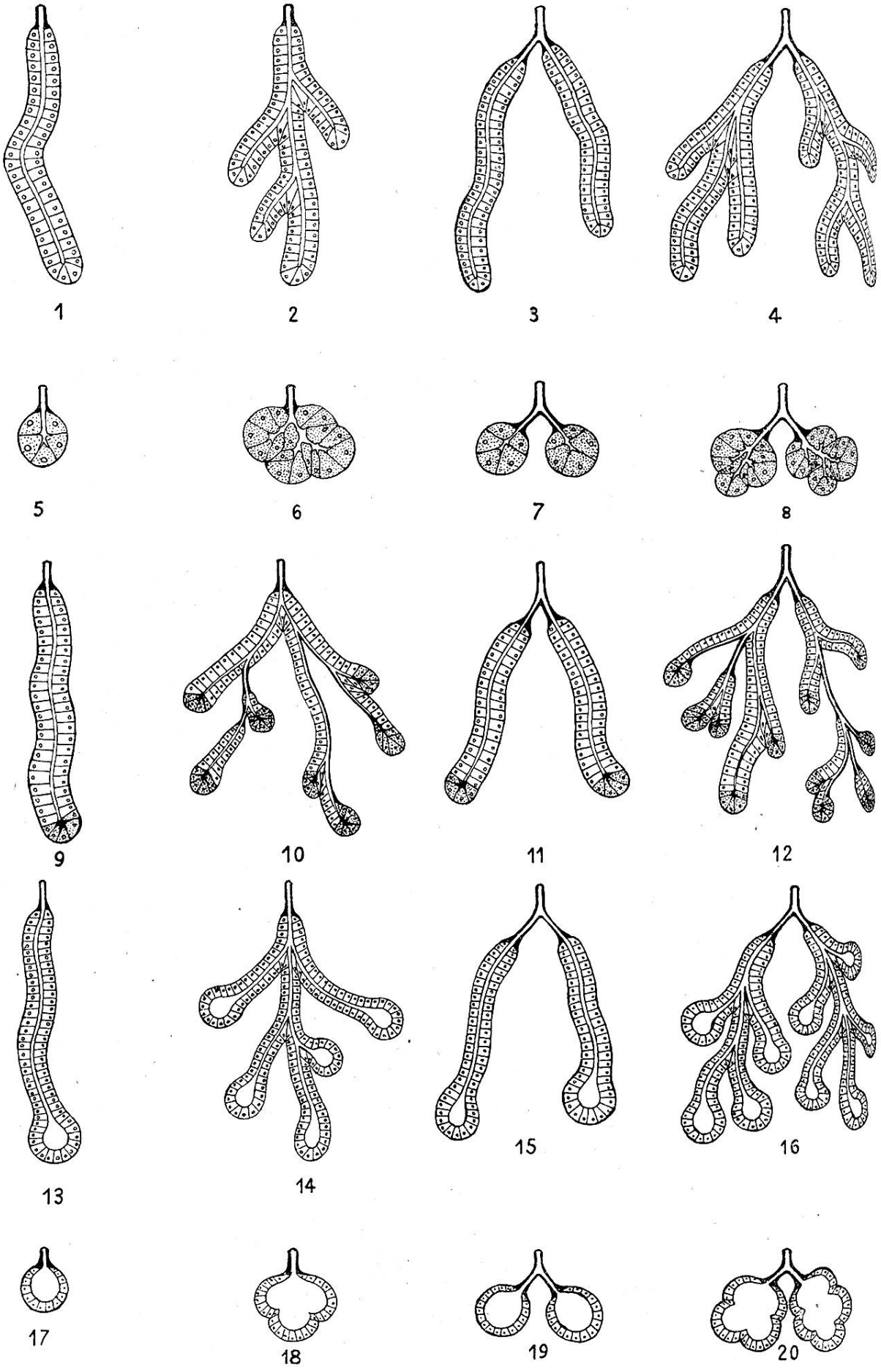

Abb. 1.

Unrichtigkeiten, Unklarheiten und Inkonsequenzen. Es ist hier nicht der Ort, näher darauf einzugehen. Im wesentlichen handelt es sich um die unrichtige Anwendung des Ausdrucks alveolär. Während dieser gewöhnlich richtig definiert wird und Drüsen mit bläschenartig erweiterten Sekretionsräumen kennzeichnet, findet er auch für halbkugelige und traubenförmige Drüsenstücke mit engem, kanälchenartigem Sekretionsraum Anwendung (Abb. 1, 5—8). So wird die Unterkieferdrüse als z. T. alveolär, z. T. tubulo-alveolär bezeichnet, und man sollte demnach denselben Bau wie in den Milchdrüsen erwarten. In Wirklichkeit aber ist die Drüse in allen Lehrbüchern übereinstimmend wie in Abb. 1, 12 dargestellt, zeigt also keine Spur von Alveolen.

Man suchte dies durch die Einführung des Ausdruckes „Acinus"=„Weinbeere" für traubenbeerförmige Drüsen mit engem Lumen zu berichtigen, gab aber dadurch Anlass Acinus mit Alveole zu verwechseln, da auch eine Alveole äusserlich die Form eines Acinus haben kann.

Wenn man eine richtige Bezeichnungsweise der Drüsen haben will, so muss man, wie M. Heidenhain mit Recht darauf aufmerksam macht, sich zunächst über die Wortbedeutung

---

Zu Abb. 1. Schematische Darstellung der Drüsen.

Nach dem Verhalten des Ausführungsgangs:

einfache Drüsen: 1, 5. 9, 13 und 17. / 2, 6, 10, 14 und 18.

zusammengesetzte Drüsen: 3, 7, 11, 15 und 19. / 4, 8, 12, 16 und 20.

Nach dem Verhalten des sezernierenden Teils (Hauptstück):

unverzweigte Drüsen: 1, 5, 9, 13 und 17. / 3, 7, 11, 15 und 19.

verzweigte Drüsen: 2, 6, 10, 14 und 18. / 4, 8, 12, 16 und 20.

Nach der inneren Form (Lichtung) des sezernierenden Teils:

tubulöse (kanalikuläre) Drüsen: 1—12.
tubulo(canaliculo)-alveoläre Drüsen: 13—16.
alveoläre Drüsen: 17—20.

Nach der äusseren Form des sezernierenden Teils:

schlauchförmige Drüsen: 1—4. / 9 und 11.

beerenförmige Drüsen: 5—8. / [einfache (5 und 7) zusammengesetzt (6 und 8)] 17—20.

unregelmässig geformte Drüsen: 10 und 12.

schlauchförmige Drüsen mit kolbig verdickten Enden: 13—16.

der Bezeichnungen Rechenschaft geben. Nun sind die Ausdrücke tubulös, alveolär und tubulo-alveolär in bezug auf die Form der Drüsenlichtungen zu gebrauchen, azinös jedoch in bezug auf die äussere Gestalt der Drüsenstücke. Man hat also bei der Nomenklatur der Drüsen äussere und innere Form ihrer sezernierenden Abschnitte scharf auseinanderzuhalten und hätte dann von diesem Gesichtspunkt aus etwa folgende Möglichkeiten (Abb. 1):

Nach der äusseren Form hätte man zu unterscheiden:

1. Die Beerenform (5—8, 17—20), wo einzelne Beeren wie Weinbeeren (acini) dem Ausführungsgang (Stiel) ansitzen, oder zwei, drei und mehrere Einzelbeeren eine zusammengesetzte Beere bilden können (6, 8, 18 und 20);
2. die Schlauchform (1—4, 9—12, 13—16), die einfach oder verzweigt, in der ganzen Länge gleich dick oder am Ende kolbig angeschwollen sein kann;
3. viele unregelmässige Formen, wie sie in den gemischten Speicheldrüsen vorzukommen pflegen (10 und 12).

Nach der inneren Form hätte man zu unterscheiden:

1. den Tubulus (1—12), d. h. die kanalartige Drüsenlichtung (richtiger würde man dies mit „Canaliculus" bezeichnen, denn unter einem Tubulus versteht man ein Röhrchen, also nicht nur die innere, sondern auch die äussere Form des Drüsenstückes, während Canaliculus nur das kanalartige Lumen ohne Rücksicht auf die äussere Form bezeichnet).
2. den Alveolus (17—20), d. h. die blasigerweiterte Drüsenlichtung und
3. die Mischform (13—16) von 1 und 2, die tubulo-alveoläre Drüse.

Zur vollständigen Charakteristik einer Drüsenform genügt es nun nicht, sich nur nach der äusseren oder nur nach der inneren Form zu richten, denn, wie aus der Abb. 1 ersichtlich, kann ein Tubulus z. B. sowohl in einem schlauchförmigen Drüsenstück (1), als auch in einem beerenförmigen (5) vorkommen und ein Acinus z. B. kann sowohl ein enges (5) als auch ein weites (17) Lumen besitzen. Man hat also beide Formen zu berücksichtigen, und zwar wird man gut tun, zuerst eine Drüse nach ihrer inneren Form zu charakterisieren, da meist nur eine Formart in Betracht kommt, während die äussere Form bei ein und derselben Drüse sehr variieren kann. Somit wäre die Unterkieferdrüse z. B. nicht wie in den Lehr-

büchern bezeichnet wird eine z. T. alveoläre z. T. tubuloalveoläre Drüse, sondern eine rein tubulöse Drüse mit beerenförmigen (acini), schlauchförmigen und unregelmässiggeformten Hauptstücken (s. Abb. 2). Es scheint angezeigt zu sein, noch etwas auf den eigentümlichen und scheinbar komplizierten Bau der Unterkieferdrüse einzugehen: Von jeher spielten diese in der Physiologie eine grosse Rolle als Untersuchungsobjekt bei der Erforschung der Sekretionsvorgänge, ihr eigenartiges morphologisches Verhalten aber verursachte stets grosse Schwierigkeiten und gab sogar Anlass zu falschen physiologischen Vorstellungen.

In neuester Zeit ist es nun M. Heidenhain gelungen, etwas Klarheit in diese Aufbauverhältnisse zu bringen. Von dem ungleichmässigen, wechselnden Verhalten der Schleimzellen ausgehend (bald sind diese ja nur vereinzelt, bald bilden sie lange Schläuche oder können ganz fehlen) fragte er sich, an welchen Teil des Drüsengeästes die Schleimzellen eigentlich gebunden seien.

Bekanntlich teilt man den ausführenden Teil einer Speicheldrüse in verschiedene Abschnitte ein, auf den wirklichen, sezernierenden Drüsenteil, den man am besten als „Hauptstück" bezeichnen könnte, folgt das Schaltstück, dann das Streifenstück und schliesslich die Ausführungsgänge im weiteren Sinne. Ich gebrauche „Halsstück" an Stelle des sonst üblichen Ausdrucks Schaltstück, da dieser in seinem ursprünglichen Sinn nicht immer Geltung hat, jener aber die stets vorhandene „halsartige Einschnürung", die den betreffenden Abschnitt vor dem Hauptstück und dem Ausführungsgang bzw. Streifenstück auszeichnet, zum Ausdruck bringt. Die Bezeichnung „Streifenstück" verwende ich an Stelle von Sekretröhre, was ja nichts Spezifisches bedeutet, sondern ebenso gut auch für das Hauptstück gebraucht werden könnte, Streifenstück aber deutet auf die leicht erkennbare, „basale Streifung" der Zellen dieses Abschnittes hin.

Heidenhain erklärt sich nun den Bau der gemischten Speicheldrüsen beim Menschen folgendermassen: Ihre Hauptstücke sind durch Verschleimung von Halsstücken seröser Acini hervorgegangen, wobei die Beerenform an der Anheftungsstelle immer mehr durch Schleimzellen eingeengt wurde und schliesslich nur noch wie eine „Kappe" dem Schleimrohr aufzusitzen kam. Diese Bildungen sind uns als Giannuzzische Halbmonde oder Lunulae sehr wohl bekannt: richtiger allerdings

ist nach meinem Dafürhalten für sie die Bezeichnung „Endkomplex", da Lunula nur eine Schnittbezeichnung ist, und der Ausdehnung im Raume in keiner Weise gerecht wird. Eine an Hand vieler Schnittbilder ausgeführte plastische Rekonstruktion eines Endkomplexes ergibt aber eine rundliche Schale mit äusserer, halbkugeliger Begrenzungsfläche und scharfem Rand, deren Wanddicke allmählich von aussen nach innen zunimmt, bis sie schliesslich in der Mitte der Schalenhöhlung als spitzer oder leicht konkav abgestumpfter Kegel vorragt (es handelt sich also nicht um eine einfache Napfform). — Die Verschleimung pflegt stets am Übergang der Acini in die Halsstücke einzusetzen und in der Richtung auf die Streifenstücke fortzuschreiten, in extremen Fällen kann sie sogar diese erreichen. Das Fortschreiten der Verschleimung braucht nicht in jedem Fall kontinuierlich zu erfolgen, sondern kann sprungweise vor sich gehen, d. h. es können einzelne oder mehrere verschleimte Zellen durch unverschleimte Zellen von den übrigen Schleimzellen getrennt sein.

Mit dieser Verschleimungstheorie",, lassen sich nun auch meine Befunde bei den Hauswiederkäuern erklären (Abb. 2):

Nehmen wir an, wir hätten eines der beiden primären, aus dem Ende eines Streifenstückes hervorgehenden Halsstücke vor uns, das sich in zwei sekundäre Gabeläste teilt, an denen schliesslich je ein weinbeerenförmiges, seröses Hauptstück sitzt (a). Dieses einfachste Astwerk eines Drüsenbäumchens soll uns als Basis für unsere Betrachtungen dienen. Es ergeben sich nun folgende, auf direkter Beobachtung beruhende Möglichkeiten:

1. Bei der gleichmässigen Verschleimung finden wir, dass sie an den endständigen Halsstückzellen beginnt und auf dieselben beschränkt bleiben kann, wodurch die äussere Form des nunmehr gemischten Hauptstücks noch nicht wesentlich von einem weinbeerförmigen abweicht (b). Geht die Verschleimung weiter, so erhalten wir eine Birnform (c). Schreitet die Verschleimung zur Teilungsstelle fort, so entsteht aus zwei gestielten, birnförmigen Hauptstücken ein einziges, gegabeltes Hauptstück, das unmittelbar an der Gabelstelle in ein Halsstück übergeht (d). Lassen wir die Verschleimung weitergehen, so setzen sich die beiden vereinigten Gabeläste in ein einfaches Schleimstück fort (e), das nun immer länger werden kann, bis es zuletzt das Streifenstück erreicht und damit sämtliche Halsstückzellen verschleimt sind (f). Hieher gehören die meisten

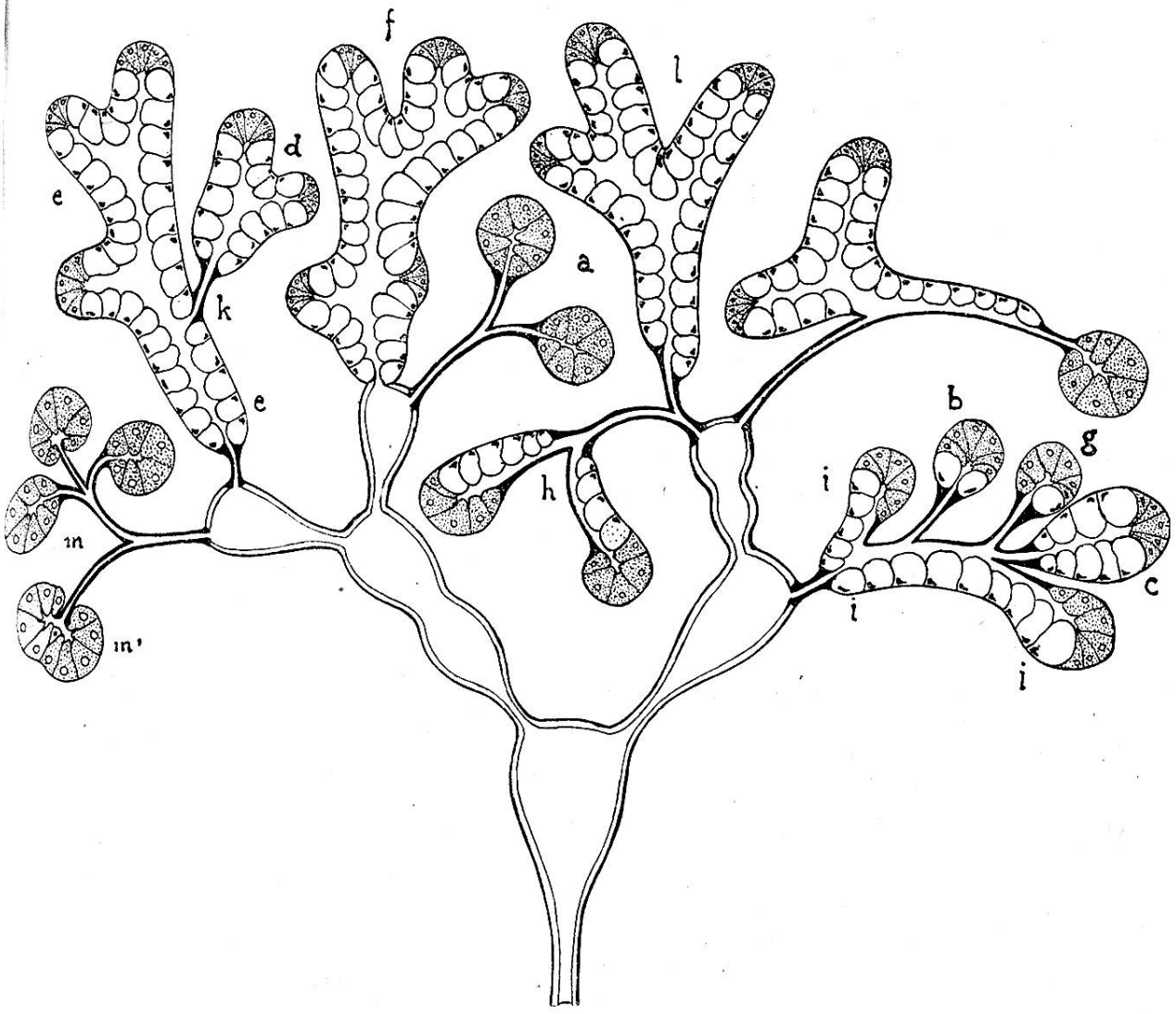

Abb. 2. Schematische Darstellung der Unterkieferdrüse der Hauswiederkäuer.

Die Hauptstücke (sezern. Teile) zeigen die verschiedensten Stadien der Verschleimung neben rein serösen oder amphitropen Formen (Näheres siehe Text).

= Halsstück (Schaltstück).

= Streifenstück (Sekretröhre).

granulierte Zellen = seröse bzw. amphitrope Zellen.

grosse, helle Zellen = Schleimzellen.

Hauptstückformen in ausgewachsenen Unterkieferdrüsen der Hauswiederkäuer.

2. Bei der ungleichmässigen Verschleimung erhalten wir erstlich Bilder, wo nur eine einzelne Schleimzelle sich dem serösen Hauptstück anschliesst (g). Schreitet die Verschleimung nur auf der einen Seite weiter, so erhalten wir Gänge, deren

eine Seite von Schleimzellen und deren andere von Halsstückzellen gebildet wird (h). Die beiden verschleimten Seiten jedes Gabelastes können sich nun, wie bei der gleichmässigen Verschleimung, zu einem gemeinsamen, vollständigen Schleimstück vereinigen, besonders dann, wenn die Verschleimung bei den beiden Gabelästen die von der Winkelöffnung abgekehrten Seiten ergriffen hat, wobei die einanderzugekehrten, unverschleimten Halsstückseiten im Scheitel des Teilungswinkels ineinander übergehen (i).

Das Bild unregelmässiger Verschleimung können wir auch noch auf folgende Weise erhalten: Die Verschleimung beginnt zunächst gleichmässig an den Enden beider Gabeläste, bleibt aber in dem einen Aste stehen und schreitet nur im anderen gleichmässig, zuerst bis zur Teilungsstelle, dann aber auch auf das gemeinsame Halsstück fort. So wird dann das erstverschleimte Gabelstück vom gemeinsamen Schleimstück durch ein mehr oder weniger kurzes Halsstück getrennt (k). Solchen eingeschalteten Halsstücken begegnet man hie und da in der Mandibularis der Wiederkäuer. Eine weitere, letzte Entstehungsweise lässt die Verschleimung zwar gleichmässig in beiden Gabelästen beginnen und sogar bis zur Bildung eines gemeinsamen Schleimstückes fortschreiten, dann aber nur auf eine Seite des Halsstückes sich mehr oder weniger weit fortsetzen. So kommt es zur Bildung der am Übergang vom Schleim- zum Halsstück ungleichseitigen Schleimstückformen (l).

Auf diese Weise lassen sich die meisten Hauptstückformen der Mandibularis leicht erklären. Nun aber findet man manchmal am blinden Ende in der Achse getroffener Schleimstücke nur zwei oder nur eine Endkomplexzelle, die zwischen Schleimzellen eingeschaltet sind. Das lässt sich mit der soeben gehörten Heidenhainschen Anschauung nicht wohl erklären, oder man müsste dann annehmen, dass es seröse Hauptstücke gibt, die nur aus ganz wenigen Zellen bestehen, dafür gibt es jedoch auf Grund meiner Untersuchung zahlreicher Präparate keinen Anhaltspunkt. Wir sind daher gezwungen, solche Fälle auf andere Weise zu erklären, worauf ich hier nicht eingehen kann.

Betrachten wir im Anschluss an die äussere Form der gemischten Hauptstücke noch kurz den feineren Bau ihrer einzelnen Elemente. Man unterscheidet an ihnen zwei Arten: seröse oder Eiweisszellen und muköse oder Schleimzellen. Demgegenüber besteht allerdings noch die Ansicht,

dass nur eine Zellart vorkomme, in dem die serösen Zellen nur sekretleere oder höchstens mit Sekretvorstufen beladene Schleimzellen seien. Für die Unterkieferdrüse kommt nun diese Theorie nicht mehr in Betracht, denn hier lassen sich morphologisch wie histo-physiologisch zwei deutliche Zellarten unterscheiden. Uns interessieren jetzt die morphologischen Merkmale:

Was die äussere Form der Zellen betrifft, so ist diese zum grossen Teil von der Lumenweite der Hauptstücke abhängig. Dieselbe ist bei den rein serösen Hauptstücken gering, wir treffen daher hier vielfach hohe und schmale Zellen an. Die sezernierende freie Oberfläche ist also klein, was wohl der Hauptgrund dafür ist, dass auch an den sich berührenden Seitenflächen der Zellen Sekret austreten muss. Dies führt dann zur Bildung von zwischenzelligen Sekretkapillaren als dauernde Einrichtungen.

In den Schleimstücken mit ihrem erheblich weiteren Lumen haben die Zellen plumpere Form, die freie, sezernierende Oberfläche ist grösser und reicht deshalb für den Sekretaustritt aus. Es besteht deshalb kein Bedürfnis zur Ausbildung von Sekretkapillaren. Wo Schleimzellen allein stehen, können sie Becherform oder sogar Kugelform annehmen.

Was den inneren Unterschied der beiden Zellarten betrifft, so ist als am meisten in die Augen fallend der Umstand, dass die serösen Zellen stets mehr oder weniger reichlich Granula enthalten, die mukösen Zellen, mit oder ohne Spezialfärbung, in der Regel ein plumpes Netzwerk aufweisen, und ihr Kern durch den Zellinhalt förmlich plattgedrückt der Basalmembran direkt aufliegt. Das Hauptunterscheidungsmerkmal sind für den Morphologen wohl die Sekretkapillaren, trotz des Einwands physiologischerseits, dass bei sekretgefüllten Zellen die Kapillaren komprimiert und deshalb nicht zu sehen seien. Hier aber muss auf die Bedeutung der Sekretkapillaren hingewiesen werden, die doch darin besteht, gerade der sekretgefüllten Zelle die Möglichkeit zu geben, noch zwischen die Zellen hinein ihr Sekret auszustossen: sie dürfen also gerade in diesem Momente nicht komprimiert, sondern offen und somit am besten zu erkennen sein.

Meine Ausführungen über den Drüsenbau möchte ich nicht schliessen, ohne auch noch auf das eigentümliche Verhalten der Ausführungsgänge hingewiesen zu haben. M. Heidenhain wiederum hat als erster in den Ausführungsgängen der mensch-

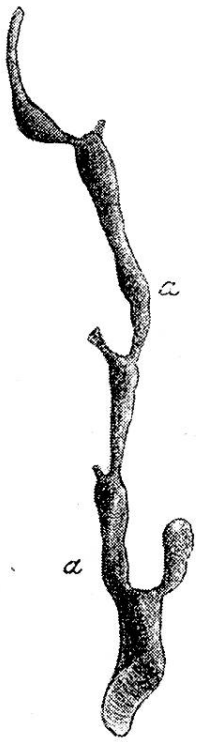

Abb. 3.

Stück eines Ausführungsgangs der Unterkieferdrüse vom Rind.
(injiziert n. Gerota)
a = sekundäre Erweiterungen.

lichen Speicheldrüsen speziell im Gebiet der Streifenstücke, knotenartige Anschwellungen beschrieben. Diese Erscheinung habe ich auch bei Rind und Hund durch Injektion der Gänge mit in Terpentinöl und Äther gelöstem Berlinerblau (die Injektionsmethode nach Gerota) deutlich nachweisen können (Abb. 3): Jedes von einer Gabelstelle zur anderen reichende Teilstück der regelmässig dichotomisch verzweigten Streifenstücke hat die Form einer Keule, deren Stiel gegen die Drüsenmündung gerichtet ist, vom ampullenartig erweiterten Ende gehen die nächsten Gabeläste in der Regel etwas seitlich vom Endpol der Keule ab. Bei etwas längeren Teilstücken, können noch sekundäre Erweiterungen bestehen (a). Diese Verhältnisse erinnern an die Milchgänge beim Rind, wo ja bekanntlich von Prof. Th. O. Rubeli zuerst sinusartige Erweiterungen festgestellt wurden. Ihre Bedeutung werden wir im zweiten Teil, bei den Sekretionsvorgängen, worauf ich nun eintreten möchte, erörtern.

Zunächst ist es interessant zu wissen, welche Wandlungen die Vorstellung von der Sekretion durchgemacht hat. Stets nannte man Organe, in welchen Sekretion stattfindet, Drüsen. Solche kannten und beschrieben schon die ältesten Anatomen, wie Hippokrates (460 v. Chr.), Marinus (100 v. Chr.), Claudius Galenos (130 n. Chr.) und Aetios (im 6. Jahrh. n. Chr.), doch erst Vesalius (1515) äussert sich über ihre Funktion. So sagt er von der Niere, dass sie zwei Räume besitze, einen Blutraum und einen Sammelraum für den Harn, die durch eine siebartig durchlöcherte Scheidewand, das Cribrum benedictum, von einander getrennt sind. Das Blut, das durch die Arterie in den Blutraum eingetreten ist, lässt hier die verbrauchten Stoffe durch das Cribrum in den zweiten Raum passieren und tritt dann durch die Vene wieder nach aussen; die in den zweiten Raum gelangten Abbaustoffe werden durch den Ureter abgeführt.

1675 schilderte dann Malpighi die Drüsen als kleine Säckchen (acini), aus denen einerseits die Ausführungsgänge hervorgehen, und mit denen andererseits die kleinsten Arterien

in direkter Kommunikation stehen. Die Acini würden demnach das Drüsensekret direkt aus dem Blut empfangen und es den Ausführungsgängen übergeben. Auch Albrecht v. Haller hatte noch diese Auffassung.

Erst durch Mascagni, der Drüsen mit Quecksilber injizierte, wurde diese falsche Vorstellung beseitigt, indem er und noch andere dadurch den Nachweis lieferten, dass die letzten Enden der Drüsenräume blind geschlossen sind und nirgends mit den Blutgefässen zusammenhängen.

1830 legte dann Johannes Müller die bleibenden Fundamente für die heutige Drüsenlehre. Er war es, der herausgefunden hatte, dass nicht die Blutgefässe, sondern die Wände der überall geschlossenen Drüsenräume, auf denen die Blutgefässe ein Netz bilden, sezernieren, und zwar sei es eine die Wände der Drüsenräume auskleidende, lebendige Substanz, die die Sekretion einleite.

Mit der Aufstellung der Zellenlehre durch Schwann, wurden nun auch Drüsenzellen im Mikroskop nachgewiesen, darüber jedoch nur Aussagen allgemeiner Natur gemacht (Schwann, Henle und Müller). 1838 beschrieb Henle den Bau der Drüsen und unterschied, wie in den Schleimhäuten drei Schichten: das Epithel, eine strukturlose Haut und eine dichte Zellgewebeschicht. Kölliker nannte dann 1850 die lebendige, die Wände der Drüsen auskleidende Substanz „Drüsenepithel" und machte erneut auf dessen Bedeutung aufmerksam.

Erst mit der Mitte des letzten Jahrhunderts setzten die bahnbrechenden Forschungen ein, die dieses interessante und wichtige Problem der Drüsensekretion in der Hauptsache zu lösen vermochten. Hier sind in erster Linie die Namen Claude Bernards, Rudolf Heidenhains und C. Ludwigs zu nennen, die alle als Untersuchungsobjekt die Speicheldrüsen wählten und diese von der histologischen und insbesondere von der physiologischen Seite aus erforschten.

So erkannte Bernard 1852 bereits verschiedene Sekrete, die für die einzelnen Phasen des Kauaktes bestimmt seien. Anatomisch aber hielt er die Gruppe der Speicheldrüsen für einen einheitlichen, homogenen Apparat, dessen Bestandteile eine identische Struktur zeigen. Er schied die Drüsen beim Hunde in „glandes aquipares" und „glandes mucipares" und entdeckte später auch das verschiedene Verhalten des Blutkreislaufes in ruhenden und tätigen Drüsen.

R. Heidenhain wies nun aber 1868 nach, dass den Unter-

schieden der Sekrete ganz konstante Unterschiede der sezernierenden Zellen entsprechen. Er kam an Hand seiner zahlreichen Untersuchungen an der Unterkieferdrüse verschiedener Tiere zu der Auffassung, dass der Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung des Sekretes und dem anatomischen Bau des sezernierenden Organs unverkennbar sei.

In die neueren Zeiten leiten die weittragenden Ludwigschen Arbeiten: Dieser mass mittelst des Manometers den Absonderungs- oder Sekretionsdruck und stellte fest, dass dieser grösser ist als der Blutdruck, womit ein neuer Beweis für die Tätigkeit der Drüsenzellen erbracht war. Ferner entdeckte Ludwig den Einfluss der Nerventätigkeit auf die Absonderung der Drüsen, fand spezielle sekretorische Nerven und wies lebhaft Wärme bildende Vorgänge in der tätigen Drüse wies lebhaft wärmebildende Vorgänge in der tätigen Drüse nach, was er als die Folge chemischer Umsetzungen während der Absonderung ansah.

Die Drüsenzellen hatten aber immer noch nicht die genügende Würdigung erhalten. Erst R. Heidenhain hat als Erster den direkten Nachweis erbracht, dass das Drüsenepithel, beziehungsweise die Drüsenzellen bei der Sekretion aktiv beteiligt sind, indem er charakteristische Unterschiede zwischen dem Bau einer tätigen und ruhenden Drüsenzelle herausfand. Dadurch wurde auch die damals epochemachende und von verschiedenen Autoren vertretene Auffassung, dass die Grundursache aller Absonderungsvorgänge im physikalischen Prozess der Diffusion zu suchen und das Drüsenepithel somit nur ein passiv wirksames Filter sei, unhaltbar. Gleichzeitig mit dem Nachweis der aktiven Betätigung der Drüsenzellen entdeckte R. Heidenhain die sympathischen und zerebralen (parasympathischen) Drüsennerven und deren spezifisch sekretorische Bedeutung, die bekanntlich darin besteht, dass durch Reizung der Chorda Tympani die Wasserabsonderung und durch Reizung des Sympathikus die Bildung organischer Stoffe angeregt wird. Schliesslich stellte R. Heidenhain fest, dass der Speichel, das Sekret der Speicheldrüsen von zwei Zellarten gebildet wird: von serösen oder Eiweisszellen, deren Sekret aus Albumin, Salzen und Fermenten zusammengesetzt ist, und von Schleimzellen, die zur Hauptsache Mucin produzieren.

Es erhob sich nun die Frage, ob die Drüsenzellen bei der Sekretion bestehen bleiben oder zugrunde gehen und sich

neubilden müssen, wie es z. B. R. Heidenhain noch in seiner Ersatzzellentheorie angenommen hatte.

Bizzozero und Vassale (1885) unterschieden in dieser Hinsicht Drüsen, bei denen wirklich eine erhebliche Zerstörung der Elemente stattfindet (z. B. die Talgdrüsen) und solche, deren Elemente einen sehr langen Bestand haben. In letzterem Falle fanden sie nämlich keine oder nur spärliche Mitosen, z. B. in der Leber, im Pankreas, in der Niere, Parotis, Submaxillaris, in den Schleim- und serösen Drüsen der Zunge verschiedener Säugetiere. Sie stellten ferner fest, dass bei den im Wachstum begriffenen Drüsen Mitosen zahlreich sind, in den Drüsen ausgewachsener Tiere dagegen fehlen. Diese Angaben wurden auch von anderer Seite bestätigt (Podwissozki, Ranvier), und damit war der Beweis erbracht, dass die Tätigkeit der meisten Drüsenzellen eine fortdauernde ist und keine Zerstörung und Neubildung von Zellen bei der Sekretion stattfindet.

Die Neuzeit hat dann durch die Entdeckung der Drüsen mit innerer Sekretion die Auffassung von der Sekretion im allgemeinen dahin erweitert, dass es noch Sekrete (Hormone) gibt, die dem Organismus auf dem Lymph- oder Blutwege zugeführt werden können und so ohne Vermittlung des Nervensystems auf die Funktion jedes beliebigen Organs, auch der Drüsen, mit äusserer Sekretion (durch sog. Sekretine) einen direkten Einfluss haben können.

Damit könnten wir unsere heutige Vorstellung von der Sekretion etwa folgendermassen umschreiben: Unter Sekretion im weitesten Sinne verstehen wir die Aufnahme von Körperrohstoffen aus dem Blut durch besondere Epithelzellen (Drüsenzellen), ihre Umbildung in zellspezifische Stoffe und ihre Abgabe als Sekret auf die Körperoberfläche oder in Hohlorgane. Sie ist dem Nervensystem unterstellt, kann aber auch durch Hormonwirkung ausgelöst werden und hat den Zweck dem Organismus einerseits nützliche Stoffe zu liefern, andererseits ihm schädliche zu entfernen.

Die moderne Drüsenforschung beschäftigt sich mit den feineren, morphologisch nachweisbaren Sekretionsvorgängen, insbesondere auch mit denjenigen in den Drüsenzellen selbst. Ihre Ergebnisse wollen wir etwas näher betrachten: Nehmen wir an, die Sekretrohmaterialien (Eiweiss, Salze und Wasser) seien in den Arterien zu den Drüsen gelangt, wo sie durch die feinsten Kapillaren direkt an die Haupt-

stücke herantransportiert werden (Abb. 4, a). Welche Medien haben sie nun zu durchlaufen, bis sie als Sekrete die Drüsenzellen verlassen? Zunächst die Gefässwand, dann die zwischen Gefäss- und Drüsenwand gelegene und von Gewebssaft und lockerem Bindegewebe ausgefüllte Gewebsspalte (b), hierauf die Drüsenwand, die sich aus einer Basalmembran (c), aus dieser aufliegenden niederen Zellen (Basal- oder Korbzellen) (d) und aus den eigentlichen Drüsenzellen (e) aufbaut.

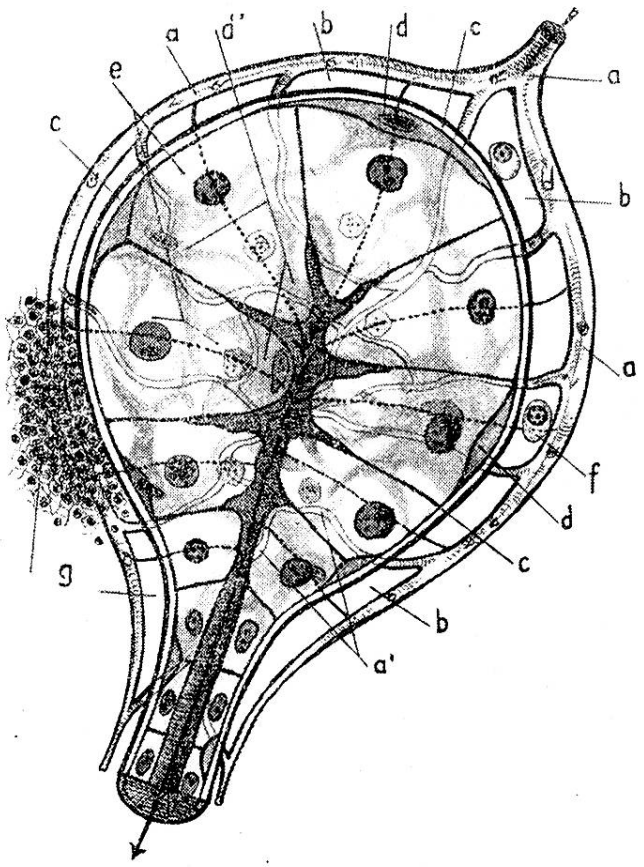

Abb. 4. Schematische Darstellung der Sekretbahn zwischen Blutkapillare und Drüsenlumen.
(Näheres s. Text.)

Die Rohstoffe treten also zuerst durch das Kapillarendothel aus der Blutbahn aus; dabei handelt es sich um die physikalischen Vorgänge der Diffusion und Osmose, daneben wird wohl auch die Semipermeabilität und vielleicht sogar eine sekretorische Tätigkeit der Gefässwand eine Rolle spielen. Tatsache ist, dass der aus dem Blut stammende Gewebssaft der einzelnen Organe und auch die aus ihnen stammende Gefässlymphe verschiedenartig ist, so dass

man annehmen muss, dass es sich um verschiedene Vorgänge und um verschiedene Durchlässigkeit der Endothelwände in den Organen handelt. Nach Prof. K. W. Zimmermann lassen sich auch morphologisch Unterschiede in den Endothelzellen feststellen. Während diese sonst mit der Golgi-Kopschschen Silberimprägnationsmethode in den Arterien sich als schmale und lange, in den Kapillaren und Venen als breite und kurze Platten erkennen lassen, die gleichmässig schwarz erscheinen und infolgedessen relativ dick sein müssen, zeigen sie in den Drüsengefässen ein ganz anderes Aussehen. Hier sind sie, z. B. in den Nieren, minimal dünne Platten, die von einem verdickten Randstreifen eingefasst werden und deren Kern ebenfalls in einer Protoplasmaverdickung liegt. Von dieser gehen dünne Rippen aus, die mit dem Randstreifen und unter sich in Verbindung treten und so ein Netz bilden. Beim Hunde ist die Grundmasse so dünn, dass sie gar nicht imprägniert wird, und somit die Zellen sich nur als ein Netzwerk repräsentieren. Die Gesamtfläche der zwischenmaschigen Felder ist grösser, als die von der Netzsubstanz eingenommene Fläche; die Maschenweiten sind recht variabel.

Diese Netzstruktur fand K. W. Zimmermann nur in den Endothelien der Drüsengefässe, er glaubt deshalb darin eine Anpassung der Kapillarstruktur an die Sekretionsvorgänge zu sehen, wodurch eben ein reichlicherer und schnellerer Durchtritt von Flüssigkeit ermöglicht wird, als durch das dichte Gefüge der anderen Endothelzellen.

Das ausgetretene Sekretrohmaterial umspült jetzt als Bestandteil des Gewebssaftes die Drüsenhauptstücke. Ob sich auch hier irgendwelche für die Sekretion bedeutsamen Vorgänge abspielen, ist unbekannt. Von gewisser Seite wird allerdings den hier häufig anzutreffenden Plasmazellen (f) ein Einfluss auf die Sekretion zugeschrieben. Vielleicht ist dies auch der Fall für das dicht an den Drüsenwänden liegende cytoplasmatische Gewebe (g), was z. B. in den Ösophagealdrüsen des Schweines und des Hausgeflügels regelmässig vorkommt.

Die Rohstoffe passieren nun vom Gewebssaft aus die Basalmembran und die Basal- oder Korbzellen und werden von den Drüsenzellen aufgenommen. Hier werden sie zum eigentlichen, spezifischen Sekret umgewandelt, womit wir auf eine zentrale Frage der Sekretion, nämlich auf die Frage nach der Entstehung der Sekrete, stossen. Hierüber finden wir viele

Meinungen, ein Beweis dafür, dass die Frage noch nicht endgültig beantwortet werden kann. Ohne deshalb näher darauf einzugehen, möchte ich wenigstens dartun, wie die Frage zu lösen gesucht wird. Ich muss noch vorausschicken, was man bis jetzt an einer Drüsenzelle zu unterscheiden pflegt: Zu ihr gehören das Zellprotoplasma, der Zellkern, das Zentralkörperchen oder Diplosom und die Zellmembran, dann noch besondere Organellen, wie die Basalfilamente oder -lamellen, die Mitochondrien, Chondriosome oder Plastosome und der Netzapparat von Golgi (apparato reticolare interno).

Den Ursprung des Sekretes glauben nun die einen im Zellprotoplasma suchen zu müssen, indem sie, von der Ansicht Altmanns ausgehend, annehmen, dass kleinste metamikroskopische, lebende Teilchen des Protoplasmas (die „Protomeren M. Heidenhains) einen gewissen Grad der Selbständigkeit erlangen und durch Assimilation, Wachstum und entsprechende Umwandlung ihrer Substanz sich in die histologischen Granula umwandeln.

Andere machen den Zellkern für die Sekretbildung verantwortlich, das Chromatin soll sich entweder direkt noch innerhalb des Kernes in Sekretkörner umwandeln oder indirekt, indem es vorerst noch den Chromidialapparat oder dann das Ergastoplasma (das sind vom Chromatin imprägnierte Basallamellen) bildet.

Diese Ansicht stützt sich auf direkter Beobachtung, und ich selbst möchte die Möglichkeit eines Austrittes von Chromatin aus dem Kern nicht ohne weiteres von der Hand weisen. Ich fand nämlich bei meinen Untersuchungen an der Basis von granulaarmen Zellen mit Hämalaun blau, mit Eisenhämatoxylin graublau gefärbte, klumpige, unregelmässiggeformte Massen, die teils in der Nähe des Kernes lagen, teils in unmittelbarem Kontakt mit der einen Seite desselben standen, so dass sie gleichsam aus ihm hervorzuquellen schienen (Abb. 5). Dies kann nun kaum anders gedeutet werden, als dass der Kern in der Tat Stoffe abgibt, was uns eigentlich nicht befremden soll, wenn wir bedenken, dass der Kern ja kein Fremdkörper in der Zelle ist, sondern eine Organelle, also einen eigenen Stoffwechsel besitzt und deshalb Nährstoffe aufzunehmen und zum Mindesten Abbaustoffe abzugeben hat. Ob nun auch Stoffe für die Sekretbildung oder Sekretbestandteile selbst abgegeben werden, kann ich noch nicht entscheiden, vielleicht gilt dies nur für bestimmte Drüsenzellen.

Die dritte und neueste Auffassung glaubt, dass die Sekretgranula von den Mitochondrien gebildet werden, die entweder direkt in Sekretkörner zerfallen oder sie durch Sprossung erzeugen. Die Beteiligung der Mitochondrien schloss man aus der Beobachtung, dass mit der Zunahme der Sekretkörner, also bei der Ladung der Drüsenzellen, eine Verminderung der Mitochondrien einhergeht. Die Frage nach der Neubildung der Mitochondrien ist allerdings noch unbeantwortet geblieben. Von gewisser Seite wird ihnen dieBeteiligung an der Sekretbildung abgesprochen.

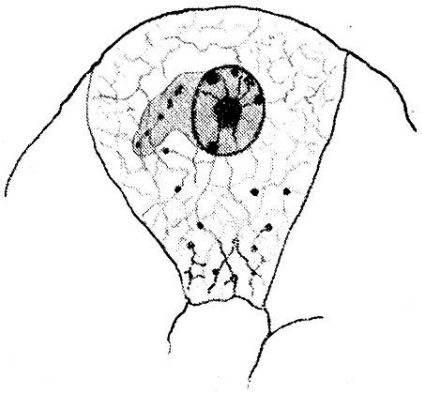

Abb. 5.
Eigentümliche Formveränderung des Kerns einer Eiweissdrüsenzelle.

Wir sehen, die verschiedenen Ansichten von der Granulabildung sind teilweise nur hypothetisch oder dann lückenhaft. Jedenfalls ist es noch nicht möglich, eine dieser Theorien allein als richtig anzunehmen, man muss sich im Gegenteil fragen, ob nicht etwa alle oder doch mehrere für verschiedene Arten von Drüsenzellen zutreffen könnten. Es ist fehlerhaft, wenn man den Befund bei einer Zellart sofort verallgemeinern will.

Begeben wir uns nun von diesem unsicheren Tasten nach dem Ursprung der Granula wieder auf sichereres Gebiet und betrachten wir das weitere Schicksal der Sekretkörnchen in der Drüsenzelle. Seit den eingehenden und zuverlässigen Untersuchungen Langleys wissen wir, dass die Granula von der Zellbasis nach dem lumenseitigen Ende hintransportiert werden. Altmann zeigte dann, dass sich die Granula aus kleinen Primärgranulis heranbilden und Veränderungen ihrer Konstitution und Farbreaktion zeigen können. In neuester Zeit, wo man auch das in den Ausführungsgängen befindliche Sekret zu berücksichtigen beginnt, gelang es schon, in den Drüsenzellen verschiedene Sekretarten festzustellen. So konnte ich in den Eiweisszellen der Mandibularis der Hauswiederkäuer zwei Granulaarten auffinden, die getrennt als Sekret ausgestossen werden und auch in den Ausführungsgängen sich nicht mischen. Über ihr weiteres Schicksal und ihre Wirkung kann ich nichts aussagen. Eine dieser beiden Granulaarten zeigt eine eigentümliche Affinität zu Schleimfarben, indem sie sich bald mehr bald weniger mit ihnen färbt. Man

bezeichnet diese Erscheinung als „amphitrope" oder „amphotere" Reaktion und nennt solche Drüsenzellen sero-muköse Zellen, im Gegensatz zu den rein serösen und mukösen Zellen.

Die andere Granulaart zeigt ausgesprochene Affinität zu den Eiweissfarben, vielleicht handelt es sich bei ihnen um Vorstufen des Speichelfermentes, um sog. Zymogenkörner.

Die Granula werden also lumenwärts transportiert und gelangen als solche zur Ausscheidung oder, was meist der Fall ist, sie werden schon in der Zelle verflüssigt oder gerade beim Austritt und dann in Form von Sekrettropfen ausgestossen. Diese letzte Sekretionsphase wurde jüngst von A. Nemiloff an den Epithelzellen des Nebenhodens genauer beschrieben. Die Art der Sekretion wird hier als Blasensekretion bezeichnet und zwei Typen unterschieden:

1. eine allmähliche Ansammlung von flüssigem Sekret am lumenseitigen Ende der Zelle bis zur eigentlichen Tropfenbildung, der dann die Zellhaut sprengt und austritt.

2. eine sofortige Ansammlung von dickerem, klumpigem Sekret am lumenseitigen Ende, das unter Auffaserung der Zellwand und Zurücklassen von feinen „Stereocilien" austritt.

Bei der Verflüssigung des Sekrets soll nach Nemiloff der Netzapparat von Golgi, dessen funktionelle Bedeutung bis jetzt unbekannt war, die Hauptrolle spielen, und zwar soll bei der Bildung der Sekrettropfen die Substanz des Apparates direkt aufgebraucht werden: Sein Aussehen sei je nach dem physiologischen Zustand verschieden und werde erst beim Auftreten der Sekrettropfen netzig.

Für das endgültige Austreten der Sekretmassen schliesslich ist ein Flüssigkeitsstrom verantwortlich zu machen. Da bekanntlich der Sekretionsdruck grösser ist als der Blutdruck, muss eine Einrichtung lokomotorischer Art in den Drüsenzellen selbst angenommen werden. So betrachtet M. Heidenhain die Basalfilamente als Wasserabsonderungsapparat, durch dessen motorische Leistung der Sekretstrom erzeugt werde.

Das von den Zellen abgegebene Sekret ist nicht in allen Fällen gebrauchsfertig und bedarf vielfach noch einer Ausreifung oder besser Aktivierung durch andere Sekrete. Dies ist z. B. bei den Drüsen der Verdauung, deren Sekret proteolytische Fermente enthält, der Fall, müssten doch sonst die Drüsenzellen durch ihr eigenes Sekret zerstört werden. So wird das Ferment des Pankreassaftes, das Trypsin, in Form

einer indifferenten Sekretvorstufe, das Trypsinogen, von den Pankreaszellen abgegeben und erst im Darm durch die sog. Enterokinase aktiviert, d. h. in wirksames Trypsin umgewandelt. Hier erwächst dem Histologen eine neue, aber schwierige Aufgabe, nämlich die, festzustellen, wo und wie diese Aktivierung stattfindet. So glaubt K. W. Zimmermann die Bildung der Salzsäure im Magen, für die ja die Belegzellen der Fundusdrüsen verantwortlich gemacht werden, beim Menschen festgestellt zu haben: Das Sekret der Belegzellen sah er nämlich im mikroskopischen Präparat in Form von Klümpchen, woraus er zunächst den Schluss zog, dass das Sekret der Belegzellen keine freie Salzsäure, sondern eine organische, fixier-, d. h. koagulierbare Substanz sei. Wie aber wird nun die Salzsäure frei? Zimmermann beobachtete folgendes:

Die Sekretklümpchen der Belegzellen konnte er dichtgedrängt in den Drüsenlumina bis in die Sammelröhrchen hinein verfolgen, hier wurden sie undeutlicher und kamen mit dem Sekret des Sammelröhrchenepithels zusammen, das mit Mucikarmin gefärbt ein intensiv rotgefärbtes Netz mit verschieden grossen Maschen bildete. Nun sah er, dass die Sekretschollen der Belegzellen im Sekret der Sammelrohrzellen drinn sich immer mehr aufhellten und zu Vakuolen wurden, die sich zu einem dünnwandigen Bläschen vereinigten und dann vollständig verschwanden. Nur das rote Netz blieb weiter bestehen.

Wie deutet nun Z. diese Bilder? Er sagt: „Es sind die erstarrten, fixierten Vorgänge, die sich in den Sammelröhrchen während des Lebens abspielten: Die Sekretklümpchen der Belegzellen werden vom Sekret der Sammelröhrchenzellen umflossen, treten mit nicht näher bekannten Bestandteilen des Sekretes in Berührung und werden durch die Einwirkung derselben verändert und aufgelöst. Da wir nun wissen, dass gerade an dieser Stelle der Magensaft sauer wird, d. h. Salzsäure auftritt, werden wir nicht fehl gehen, wenn wir den geschilderten Vorgang als das Entstehen oder Freiwerden der Salzsäure deuten. Die Belegzellen liefern also nicht direkt die Salzsäure, sondern ein sich nicht mit dem Sekret der Hauptzellen mischendes, aber gerinnbares, also organisches Produkt, das sich mit sauern Farbstoffen färbt, und erst in den Sammelröhrchen ganz nahe der Magenoberfläche durch Einwirkung des Sekretes der Sammelrohrzellen gelöst und so verändert wird, dass freigewordene Chlor-Jonen und Wasserstoff-Jonen sich zu Salzsäure verbinden. Die Belegzellen liefern also das „Acidogen“

und die Zellen der Sammelröhrchen und der Magenoberfläche die „Acidase", welche wohl als ein fermentartiger Körper aufgefasst werden muss."

Unter einem gewissen Druck, den wir den Sekretionsdruck nennen, gelangt das Sekret in das Lumen der Hauptstücke (Alveolen oder Tubuli) und es erhebt sich die Frage, wie erfolgt der Weitertransport dieser Sekretmassen durch die Ausführungsgänge hindurch nach ihrem Bestimmungsort?

Der Sekretionsdruck, d. h. diejenige Kraft, die das Sekret aus den Drüsenzellen herausbefördert hat, wird nun bestrebt sein, dieses zunächst im Lumen soweit vorwärtszutreiben, bis sie nicht mehr imstande ist, die Reibungswiderstände der Schlauchwände zu überwinden. Hier bleibt das Sekret liegen bis nachfolgende Sekretmassen ihren noch nicht völlig aufgebrauchten Sekretionsdruck von neuem wieder geltend machen. Diesen, die bereits in den Drüsengängen befindlichen Sekretmassen vorwärtstreibenden Druck bezeichnet man als die Vis a tergo. Sie wird einen um so geringeren Druck auf das Sekret ausüben, je weiter dieses von seiner Austrittstelle entfernt ist, und wird schliesslich überhaupt nicht mehr ausreichen, die vorhandene Sekretsäule vorwärtszutreiben. Es werden Kräfte anderer Art in Aktion treten müssen: z. B. wird bei Drüsen mit steil verlaufenden Ausführungsgängen die Schwere des Sekrets fördernd auf den Weitertransport einwirken (man denke an die Milchdrüsen unserer Haustiere), dann werden insbesondere auch kontraktile Elemente in der Wand der Drüsenhauptstücke und Ausführungsgänge angenommen. Als solche betrachtet man allgemein die Basal- oder Korbzellen, die sich zwischen Basalmembran und Drüsenepithel der Hauptstücke befinden, ausführungsgangwärts an Zahl und Höhe zunehmen und schliesslich in die Basalschicht des zwei- oder mehrschichtigen Ausführungsgangsepithels übergehen. In den Schweissdrüsen sind sie bekanntlich spiralig angeordnet; diese Basalzellen werden als aus Epithelzellen hervorgegangene Muskelzellen, sog. Myo-epithelzellen angesehen.

Ferner sollen als kontraktile Elemente auch glatte Muskelfasern wirksam sein, die ausserhalb der Basalmembran im Bindegewebe eingelagert sind. Ihr Vorkommen ist jedoch nur bei den Milchdrüsen der Tiere behauptet worden, aber auch da gibt es noch gegenteilige Ansichten. Sonst sind glatte Muskel-

fasern an den Drüsenausführungsgängen, auch denjenigen der menschlichen Brustdrüsen, nicht bekannt.

Zuletzt könnte noch an die Möglichkeit gedacht werden, dass in der Nähe der Drüsen gelegene Skelettmuskeln bei ihrer Kontraktion auf die Entleerung grösserer Gänge einen fördernden Einfluss hätten, z. B. der Musc. depressor auris auf die Entleerung der Parotis. Eine andere Art von kontraktilen Elementen finden wir in den elastischen Fasern, die von den Autoren übereinstimmend um die Wand der Gänge in zirkulärer Anordnung angetroffen werden. Ihre Wirkung besteht wohl darin, dass, nachdem die Spannung der Gangwände infolge Sekretaustritts etwas nachgelassen hat, sie kraft ihrer Retraktionsfähigkeit auf die Weiterbeförderung nachwirken.

Schliesslich hätten wir noch die Verengerungen und Erweiterungen der Ausführungsgänge zu berücksichtigen. Kommt ihnen irgendwelche Bedeutung zu bei der Sekretion? Bis jetzt sind sie, wie wir schon gehört haben, nur für die Milchgänge des Rindes und die Speichelgänge der Unterkiefer- und Unterzungendrüsen mit Sicherheit nachgewiesen worden. Ihre Bedeutung für die Milchsekretion des Rindes haben O. Rubeli und O. Wirz seinerzeit zu erklären versucht: sie glauben nämlich, dass diese Erweiterungen der Gänge als Sekretbehälter dienen, wobei sie von der Überlegung ausgingen, dass das Euter sein Sekret nicht wie andere Drüsen (Leber, Niere) in einen besonderen Behälter (Gallen-, Harnblase) gelangen lässt, oder wie die Drüsen der Darmschleimhaut direkt an den Bestimmungsort, sondern in den Ausführungsgängen zurückbehalten muss, bis die Entleerung auf äussere mechanische Einwirkung erfolgt. Diesen physiologischen Verhältnissen haben sich die Milchgänge anpassen müssen, und so sei die eigenartige Ausbildung der Milchgänge zustande gekommen, die beim Euter des Rindes wohl am ausgeprägtesten sind, da doch in der Zucht des Rindes die Milchergiebigkeit hauptsächlich massgebend ist. Dass nun die Erweiterungen der Milchgänge wirklich auch als Sammelbecken dienen können, beruht nach Rubeli darauf, dass der Abfluss vom weiten in den engen Teil erschwert ist und auf diese Weise das Sekret sich ansammeln kann. Dadurch kommt es, dass das Euter sich nur allmählich von oben nach unten anfüllt. Ferner glauben die genannten Autoren, dass das Vorkommen von Erweiterungen im Verlaufe der Milchbahnen noch von Nutzen für einen leichteren Abfluss des Sekretes sei,

da der Druckabfall beim Übergang in eine erweiterte Stelle ein plötzlicher und das Einströmen des Sekretes vom engen ins weite Lumen infolgedessen erleichtert ist; ferner glauben sie, dass durch diese abwechselnden Erweiterungen und Verengerungen der Fortgang der Sekretion weniger leicht unterbrochen werde, als wenn die Milchröhren überall gleich weit wären.

Vergleichen wir mit den geschilderten Verhältnissen des Euters diejenigen der Speicheldrüsen, so haben wir es zwar auch mit einer Drüse zu tun, die ihr Sekret nicht in einer „Speichelblase" ansammelt, sondern nach eingetretener Reizung in mehr oder weniger gleichmässigem Strom in die Mundhöhle ergiesst. Wir können uns nun aber vorstellen, dass es Momente gibt, wo sie plötzlich grössere Mengen von Sekret zu liefern hat (bei Reizen psychischer, chemischer und mechanischer Art). In solchen Fällen ist es kaum möglich, dass die Drüse im selben Moment Sekret bilden und durch ein langes Ausführungsgangsystem (wie es gerade bei den Speicheldrüsen der Fall ist) entleeren kann. Vielmehr scheint gerade diese momentane, stärkere Inanspruchnahme der Speicheldrüsen bestimmend gewesen zu sein, dass sich solche ampullenartigen Erweiterungen ausbilden konnten im Sinne von Sammelstellen. Diese Erklärung steht im Einklang mit derjenigen, die ebenfalls Rubeli, anlässlich der „Zisternenbildung" in den Ausführungsgängen der Ösophagealdrüsen beim Schweine gibt: „In der Mitte des Ösophagus vom Schwein ist eine Verengerung vorhanden, die, wie anzunehmen, beim Schlucken dem Bissen den grössten Widerstand leistet. Wird nun aber bis zu ihr der Bissen mit viel Schleim umhüllt, so ist sein Durchgang durch diese enge Stelle viel leichter möglich. Scheint auch die Zeit für die Sekretion einer für die Einhüllung des Bissens genügenden Menge Schleims innerhalb des Durchganges des Bissens zu kurz zu sein, so ist in den Zisternen eine grosse Masse Sekret aufgespeichert, welche durch den Druck des Bissens auf die Wand leicht ausgepresst werden kann." Also sind auch hier Erweiterungen im ausführenden Apparat von Drüsen vorhanden, die von einem Moment auf den anderen grössere Quantitäten von Sekret zur Verfügung haben müssen.

Dass auch die Verengerungen bei der Sekretströmung in den Speicheldrüsen eine Rolle spielen, scheint mir sehr wahrscheinlich zu sein.

Während nun bei den meisten Drüsen das gebildete Sekret verhältnismässig rasch ausfliesst, kann es in den Milchdrüsen

von einer Entleerung zur anderen, also während längerer Zeit, in den Drüsengängen aufgestappelt werden, und beim normalen Rindseuter ist zudem allgemein bekannt, dass der Hohlraum der Zitze bis zum Melkakt sich nicht mit Milch anfüllt, das Sekret also gleichsam im Drüsenkörper zurückgehalten wird.

Dieses Leersein der Zitze vor dem Melken hat von jeher das Interesse des Tierarztes auf sich gezogen und zu einer Reihe von Untersuchungen und Arbeiten geführt. Sie hat aber bis zur Stunde noch keine übereinstimmende Erklärung gefunden. Es soll mir nun ferne liegen, mich hier für oder gegen eine der bestehenden Ansichten auszusprechen, oder gar eine neue Erklärung dafür zu geben, dazu fehlen mir diesbezügliche eingehende Untersuchungen. Ich möchte aber im Anschluss an die Reflexionen, die ich über die Sekretströmung angestellt habe, mit Hilfe rein theoretischer Erwägungen folgende prinzipielle Frage zu beantworten suchen: Ist, um das Phänomen des Leerbleibens der Zitze zu erklären, eine Schwammwirkung denkbar, oder muss es sich um irgendeine Verschlussvorrichtung handeln?

Unter der Schwammwirkung versteht Prof. E. Zschokke eine Adhäsivkraft im Gebiet der Alveolen und kleineren Milchgänge, dank welcher das Eutergewebe die in ihm vorhandene Milch festhalten kann. Unwillkürlich veranlasst mich das Wort „Schwammwirkung" einen Vergleich anzustellen zwischen Schwamm- und Eutergewebe.

Ein Schwamm wird von feineren und gröberen Kanälchen und Hohlräumen in regelloser Aufeinanderfolge durchzogen. In gefülltem Zustand sind seine Gänge und Räume mit Flüssigkeit angefüllt, wird er durch Zusammendrücken entleert, so behalten Gänge und Räume ihr Lumen bei, d. h. Form und Volumen des Schwammes bleiben dieselben wie in gefülltem Zustand.

Seine Füllung geschieht, indem er die Flüssigkeit mittels seiner kleinen, starren und offenen Gänge von aussen her in sein Inneres ansaugt und festhält, diese Art Saugwirkung bezeichnet man bekanntlich als Kapillarattraktion oder Kapillarität.

Das Eutergewebe ist ebenfalls ein System von Kanälen, die von Hohlräumen unterbrochen sind (sinusartige Erweiterungen der Milchgänge). Hier handelt es sich allerdings um eine regelmässige Aufeinanderfolge von engen und weiten Gang-

abschnitten, die zudem nach aussen hin allmählich weiter werden und schliesslich zu einem einzigen Endgang (Zitzengang, Zitzenteil der Zisterne) zusammenfliessen. In gefülltem Zustand ist das Euter gross, turgeszent, infolge Füllung der Gänge und Räume mit Milch. Nach dem Melken, d. h. nach der Entleerung der Gänge und Räume ist es bekanntlich klein und zusammengefallen, was sich, abgesehen von der Elastizität der Gangwandung, als logische Folgerung aus dem Volumenunterschied zwischen gefüllter und leerer Drüse ergeben muss (die Verkleinerung wird doch kaum durch Schwund von Drüsengewebe zustandekommen, und auch das Zurückgehen der Blutfülle in der Drüse wird kaum solche auffallenden Volumunterschiede zur Folge haben?). Betrachten wir schliesslich noch den Füllungsmodus eines Euters, dann sehen wir, dass nicht Milch von aussen angesogen wird, sondern durch aktive Tätigkeit der Drüsenzellen, die die blinden Enden oder Alveolen und zum Teil auch noch feinste Milchgänge auskleiden, also im Inneren der Drüse produziert und nach aussen befördert wird. Eine Adhäsivkraft die das fortwährend sich bildende Sekret im Sinne eines Schwammes wiederaufsaugen und in den feinen Gängen und Alveolen zurückhalten soll, scheint mir widernatürlich und für den gleichmässigen Fortgang der Sekretion sehr hinderlich zu sein. Eine Saugwirkung in umgekehrtem Sinne schiene mir noch eher denkbar. Ein Vergleich zwischen Schwamm- und Eutergewebe .ässt sich also nicht durchführen.

Nehmen wir gleichwohl an, es bestehe eine Schwammwirkung im Eutergewebe, dann ist es klar, dass der Sekretionsdruck der Milch die ihm entgegenwirkende Adhäsivkraft der feineren Milchgänge zu überwinden hat, wenn das Eutergewebe sich überhaupt mit Sekret füllen soll. Ist nun die Adhäsivkraft grösser als der Sekretionsdruck, dann ist eine Füllung ausgeschlossen, die Sekretion wird sistiert. Ist sie kleiner als der Sekretionsdruck, dann liegt einer vollständigen Füllung des Euters bis in die Zitze hinein nichts im Wege, und das Vorhandensein einer Schwammwirkung ist eigentlich wertlos.

Schliesslich bliebe noch eine Möglichkeit denkbar: Die Adhäsivkraft ist bei Beginn der Melkpause kleiner als der Sekretionsdruck, gegen das Ende jedoch grösser. In diesem Fall würde die Sekretion anfänglich ungehindert vor sich gehen und die Milch das Hohlraumsystem anfüllen, so lange der Sekretionsdruck grösser ist, gegen das Ende der Melkpause jedoch würde mit dem Überwiegen der Adhäsivkraft die vor-

handene Milch in den Gängen zurückgehalten werden, und so könnte der Zitzenhohlraum leer bleiben. Unter solchen Umständen ist aber ohne weiteres einleuchtend, dass die Milchsekretion mit dem Einsetzen der Adhäsivkraft sofort sistieren muss. Meines Wissens ist nun bis jetzt nicht bekannt, dass die Milchsekretion beim Rind während der Melkpause nur eine gewisse Zeit andauert und dann sistiert, um schliesslich erst

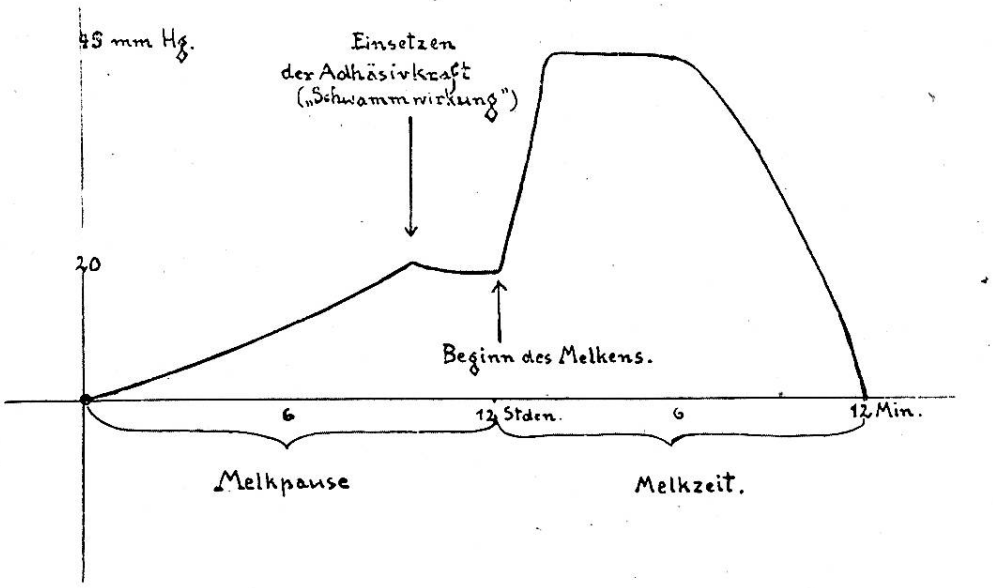

Abb. 6. In Anlehnung an Tgetgel dargestellte Milchdruckkurve bei Annahme einer „Schwammwirkung" im Euter.

beim Melkakt wiederum erneut einzusetzen. Vielmehr nimmt man doch allgemein eine kontinuierliche Sekretion bis zum Melkakt an und auch Tgetgel, der jüngste Vertreter der Schwammwirkungstheorie, hat dies experimentell nachgewiesen und in einer Milchdruckkurve deutlich wiedergegeben. Wäre eine Schwammwirkung vorhanden, dann dürfte m. E. die Kurve nicht kontinuierlich ansteigen bis zum Melkakt, sondern müsste im Moment des Einsetzens der Adhäsivkraft zuerst vielleicht etwas fallen, dann aber auf gleicher Höhe verharren und erst beim Melken rasch zum Maximum ansteigen (Abb. 6).

Die einzig-denkbare Erklärungsmöglichkeit des Zurückbleibens der Milch im Euter mit Hilfe der Schwammwirkungstheorie steht also mit den wirklichen Verhältnissen nicht im Einklang, und so sind wir gezwungen eine andere Erklärung zu suchen. Am naheliegendsten scheint nun wohl die zu sein, die eine Verschlussvorrichtung im Bereich der Zitze annimmt

(Rubeli, Zietzschmann u. a.), denn wenn, wie allgemein anerkannt ist, fortwährend Milch gebildet wird, die sich unter immer steigendem Drucke in der Milchzisterne ansammelt, so muss, wenn die Zitze leer bleiben soll, ein mechanisches Hindernis in der Ausführungsgangswand zwischen Drüsenkörper und Zitze vorhanden sein, die ein Anfüllen der Zitze verunmöglicht. Wie dieses Hindernis zustande kommt, ob durch Füllung eines Venennetzes (Rubeli) oder durch Muskelwirkung (Zietzschmann und Krupski) oder durch beides zusammen, auf diese Frage kann ich hier nicht eingehen, es fehlen dazu diesbezügliche eigene Untersuchungen. Mit dieser Frage wären noch andere zu beantworten, z. B. die des Einschiessens und Aufziehens der Milch, ob letzteres durch die Verschlussvorrichtung allein zu erklären ist, oder ob nicht auch eine aktive Saugwirkung im Sinne von Zschokke, die allerdings nicht mit der Schwammwirkung identifiziert werden dürfte, daran beteiligt ist? Ferner wäre auch von Bedeutung zu wissen, ob bei der Ziege das Leerbleiben der Zitze vor dem Melken wirklich nie vorzukommen pflegt, und ob beim sog. Ziegeneuter des Rindes ein Aufziehen der Milch nicht möglich ist.

Wir sehen, dass in der Lehre der äusseren Sekretion noch manche Fragen zu beantworten sind, nicht nur in bezug auf die feineren Vorgänge in der Drüsenzelle selbst, sondern auch was die Vorgänge der Sekretströmung und -entleerung anbelangt. Eine Reihe von schon längst aufgerollten Fragen harren noch ihrer vollständigen Beantwortung, und manche neue Probleme sind aufgetaucht, die zu lösen nicht nur Sache des Physiologen, sondern auch des Morphologen ist, insofern er biologisch arbeitet, d. h. es versteht, seine Beobachtungen, die sich ihm zunächst nur als tote Formen darbieten, in Zusammenhang zu bringen mit den Vorgängen, die sich im lebenden Organismus abwickeln. Dadurch erwächst ihm allerdings die Aufgabe, den jeweiligen Funktionszustand der Organe im Moment der Präparatentnahme zu ermitteln, oder aber an einer Reihe von Versuchstieren, die unter natürlichen Verhältnissen gehalten werden, die gewünschten Funktionsstadien der zur Untersuchung bestimmten Organe willkürlich festzuhalten. Das scheint mir der natürlichere Weg zu sein, die normalen Vorgänge in den Drüsen, wie sie sich im Leben abzuspielen pflegen, zu studieren und zu erklären, als der mit Hilfe von Experimenten.

Literaturverzeichnis.

Duesberg, J., Plastosomen, „Apparato reticolare interno" und Chromidialapparat. Ergebn. der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd. 20, 1911. — *Ellenberger, W.* und *Scheunert, A.*, Handbuch der vergleich. Physiologie der Haustiere, Berlin 1920. — *Heidenhain, M.*, Neue Grundlegungen zur Morphologie der Speicheldrüsen. Anat. Anz. 52, 1920. — *Heidenhain, M.*, Plasma und Zelle, K. v. Bardelebens Handbuch der Anatomie des Menschen, Bd. 8, 1. Abteilung, 1907. — *Krupski, A.*, Zur Beeinflussung der Milchdrüsentätigkeit durch Organpresssäfte. Schweiz. Arch. für Tierheilk., Bd. 67, Heft 6, 1925. — *Metzner, R.*, Die histolog. Veränderungen der Drüsen bei der Tätigkeit. Nagels Handb. der Physiologie des Menschen, Bd. 2, 2. Hälfte, Braunschweig 1907. — *Nemiloff, A.*, Histo-physiologische Untersuchungen über den Nebenhoden, Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 79, Heft 1 und 2, 1926. — *Oppel, A.*, Lehrbuch der vergl. mikr. Anat., Bd. 3, 1900. — *Rubeli, O.*, Besonderheiten im Ausführungsgangsystem des Kuheuters. Verh. d. schweiz. naturforsch. Ges., 1914, 2. Teil. — *Tgetgel, B.*, Untersuchungen über den Sekretionsdruck und über das Einschiessen der Milch im Euter des Rindes. Schweiz. Arch. f. Tierh., Bd. 68, Heft 6 und 7, 1926. — *Wirz, O.*, Das Hohlraumsystem der Milchdrüse beim Rind, Diss., Bern 1913. — *Ziegler, H.*, Beiträge zum Bau der Unterkieferdrüse der Hauswiederkäuer: Rind, Ziege u. Schaf. Habilitationsschrift, Bern 1925, Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 82, Heft 1 und 3, 1927. — *Zietzschmann, O.*, Anatomische Skizze des Euters der Kuh u. Milchströmung. Schweiz. Arch. f. Tierheilk. 1917. — *Zimmermann, K. W.*, Der feinere Bau der Blutkapillaren. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 68, Heft 2 u. 3, 1923. — *Zimmermann, K. W.*, Beitrag zur Kenntnis des Baues und der Funktion der Fundusdrüsen im menschlichen Magen, Erg. d. Physiologie, Bd. 24, 1925.

Über die Reposition des Prolapsus Uteri beim Rind.

Von Dr. H. Ludwig, Murten.

In den Lehrbüchern über Geburtshilfe (Frank, de Bruin) wird über die Art und Weise der Reposition des prolabierten Uterus sehr kurz berichtet und ebenso sind in der übrigen Literatur nur spärliche Angaben zu finden. Wohl deshalb, weil die Ausführung trotz der Anleitung in grossem Masse von der praktischen Fertigkeit des Operateurs abhängig ist. Aus diesem Grund sind die Laien, welche die Reposition hin und wieder mit ziemlich viel Geschick ausführen, nicht so selten. Um bei der Konkurrenz mit dem Laien nicht ins Hintertreffen zu geraten, muss der Tierarzt die verschiedenen Repositionsmethoden kennen und ausführen können.

Im Gegensatz zu frühern Literaturangaben wird in letzter Zeit der Reposition am stehenden Tier vielerorts sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt.