

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften
zu München.

Jahrgang 1869. Band I.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1869.

In Commission bei G. Franz.

Herr Bischoff überreicht eine Abhandlung des Herrn Dr. Kollmann:

„Ueber die Schmelzoberhäutchen und die
Membrana praeformativa“.

In der Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Zähne findet man seit mehr als dreissig Jahren zwei Namen eingeführt für Elemente, deren Ursprung völlig dunkel und, was noch schlimmer, deren Existenz sogar Vielen zweifelhaft erscheint. Der eine Name deutet auf einen structurlosen Ueberzug der ausgebildeten Zahnkrone bei Mensch und Thier, bekannt unter dem Ausdruck Schmelzoberhäutchen. Man rühmt von diesem Häutchen eine erstaunliche Widerstandsfähigkeit gegen äussere Einflüsse. Bei einer Dicke von nur $\frac{1}{800}$ bis $\frac{1}{900}$ Mm. soll es weder durch kochendes Wasser, noch durch starke Essigsäure, Salz- oder Schwefelsäure gelöst werden; kohlensaure Alkalien und kaustisches Ammoniak seien ohne Einfluss; kaustisches Kali und Natron vermöge es zwar zu lockern, doch den Zusammenhang seiner Theile nicht zu stören. Man wird nach solchen Mittheilungen erwarten, dass das Wiederfinden dieses die Zahnkrone schützenden, verkalkten Häutchens keine besonderen Schwierigkeiten bieten werde; aber ein Blick in die Literatur zeigt, dass gerade den neueren Beobachtern der Nachweis nicht gelungen, und deshalb die Existenz eines Schmelzoberhäutchens im obigen Sinn geläugnet ist (*Tomes, Waldeyer, Hertz*).

Ein gleiches Missgeschick verfolgt die von *Raschkow* im Jahre 1835 entdeckte und unter dem Namen *Membrana praeformativa* beschriebene Haut, welche nach seinen Angaben während der Entwicklung des Zahnes auftritt und die Oberfläche des Zahnkeimes überzieht. Obwohl der

Entdecker sie als ein durchsichtiges Häutchen schildert, das ohne besondere Merkmale einer Organisation die Zahnpulpe von ihrer Basis bis zur Spitze überziehe, unter dem Druck des Compressoriums sich blasig auftreibe und eine bedeutende Zähigkeit besitze, obwohl ferner von ihr hervorgehoben wurde, dass unter ihr die Bildung des Zahnkeimes beginne, so ist doch bis zur Stunde noch nicht einmal über ihre Existenz ein endgiltiges Urtheil gefällt. Die erste Veranlassung zu Zweifeln gab die Figur 7 in Raschkow's Abhandlung, worin der Buchstabe γ nicht auf eine structurlose Haut, sondern auf eine körnige und gestreifte Schichte hinweist. An diesem Widerspruch krankt die *Membrana praeformativa* bis auf den heutigen Tag. Manche läugnen sie vollständig, wie *Tomes J.*, *Waldeyer* und *Hertz*, und erklären sie für ein täuschendes Kunstproduct, andere treten für dieses Häutchen ein, wie z. B. *Huxley* ¹⁾ *Lent*, identificiren es mit dem Schmelzoberhäutchen *Nasmyth's* und schreiben ihm sogar eine bedeutende Rolle zu, während hervorragende Männer, wie z. B. *Kölliker* ²⁾, ihm jeden Einfluss für die Bildung des Zahnes absprechen.

Auch was die Lagerung und die Entstehungsgeschichte dieser beiden vielgenannten Membranen betrifft, sind die verschiedensten Vermuthungen laut geworden. Ich habe mich längere Zeit mit dieser Frage beschäftigt und hoffe, einen kleinen Beitrag zu ihrer Lösung bieten zu können.

Vor allem will ich erwähnen, dass die Existenz des Schmelzoberhäutchens in Form einer structurlosen Membran zweifellos ist. Es ist structurlos in allen Stadien des Lebens, sowohl an dem noch in dem Kiefer verborgenen

1) *Huxley*: On the development of teeth and on the nature and import of *Nasmyth's* persistent capsula, *Quat. Journ. of microsc. Sc.*, Vol. III, 1854, pag. 149.

2) *Kölliker*: Handbuch der Gewebelehre, 5. Auflage. 1867. S. 375.

Milchzahn, wie an dem schon lang benützten Ersatzzahn. Es besitzt einen ausserordentlich geringen Durchmesser, der zwischen $\frac{1}{800}$ bis $\frac{1}{1000}$ Mm. schwankt. Man vermag es in grossen Fetzen zu isoliren, wenn verdünnte Salzsäure 5 auf 100 oder 10 auf 100 angewendet wird. Schon nach einigen Minuten lässt es sich oft über die ganze Zahn-Krone abziehen. Anwendung stärkerer Säuren ist nachtheilig, weil die Gasentwicklung das Schmelzoberhäutchen an den verschiedensten Puncten durchbricht und auf diese Weise nur mehr mikroskopische Fetzen übrig bleiben, die meist übersehen werden³⁾. Mit verdünnter Salzsäure wurde es schon von *Berzelius* und *Retzius* isolirt; freilich glaubten sie dasselbe auf der Innenseite des Schmelzes sitzend, statt auf der Aussenseite, und der letztere hielt es für den Rest der von Raschkow beschriebenen *Membrana praeformativa*⁴⁾. Sehen wir von dieser Deutung ab und untersuchen wir genau das nach dem Maceriren des Schmelzes übrig gebliebene Häutchen von verschiedenen Zähnen und namentlich das durch verschiedene Concentrationsgrade losgelöste!

Man findet bei stärkeren Säuregraden nur eine structurlose Membran, bei schwächeren hat sich dagegen eine dem Querschnitt der Schmelzfasern entsprechende polygonale Zeichnung (Köl liker) erhalten, welche mitunter sehr markirt ist. Diese Felder entsprechen jedoch nicht Grübchen, sondern sind Conturen anhaftender, doch äusserst durchsichtig gewordener Schmelzfasern. An Rissstellen gelingt es leicht, diese zarten, nahezu körperlosen Schmelz-Prismen wahrzunehmen. Dass dem so sei, zeigt überdiess das Fehlen dieser Figuren an andern Stellen desselben Prä-

3) Die Brüchigkeit ist demnach ziemlich gross und der behauptete Widerstand gegen Säuren hat seine Grenzen.

4) *Retzius*: Bemerkungen über den innern Bau der Zähne &c. &c. Arch. f. Anat. und Phys. von Müller. 1837. S. 533.

parates, die völlig glatt und structurlos aussehen, mag nun das Schmelzhäutchen von Zähnen Erwachsener oder Kinder herrühren. Je nach der Wirkung der Säure findet sich auf ihm ein körniger Niederschlag, der, wie ich bei dem Kalbe sah; mitunter in punktirten, regelmässigen Linien angelegt ist. Oft hängen auch Reste von Schmelzzellen oder anderen Zellen des anliegenden Gewebes an der structurlosen Membran, wenn sie von einem in dem Kiefer verborgenen Zahn abgelöst wurde.

Es ist schwer zu begreifen, wie Tomes, Waldeyer und Hertz dieses Schmelzoberhäutchen für ein Kunstproduct erklären können. Die Vermuthung, es sei die noch am wenigsten veränderte Lage des Schmelzes, ist unhaltbar, nachdem es noch von den Seitenflächen der Zähne 40 Jahre alter Leute durch Salzsäure abgehoben werden kann, selbst nach Behandlung mit Alkalien seine Beschaffenheit behält und sich nicht in Zellen spaltet. *Waldeyer* meint nemlich, es könnte, wenn auch mit etwas andern Eigenschaften, vielleicht aus den zusammengedrückten und erhärteten Zellen des sog. äussern Epithels des Schmelzorganes hervorgehen. Der spärliche Rest des stratum intermedium (am innern Epithel des Schmelzorganes), der nach der Ablagerung des Schmelzes noch übrig bleibt, sollte sich sammt dem äussern Epithel in ein „Pflasterepithel von scharf ausgeprägten, grossen, eckigen Zellen umwandeln von ähnlichem Habitus, wie die oberflächlichen Pflasterzellen der Mundhöhle“. Schliesslich würden die Kerne verschwinden und die Zellen zu einer Art structurlosen Haut verschmelzen, die ohne Weiteres weder Kerne noch Zellenconturen erkennen lässt. Eine Verkalkung will Waldeyer dahin gestellt sein lassen, er möchte eher einen Verhornungsprocess annehmen. Ich will, um Missverständnissen über die Existenz des von mir gesehenen structurlosen, verkalkten Schmelzoberhäutchens zu begegnen, erwähnen, dass allerdings an eben aus dem Kiefer

hervorgekommenen Zähnen sich durch Maceration in verdünnter Salzsäure ein zartes Häutchen abhebt, welches aus 3—6 Schichten polygonaler, der Mundschleimhaut ähnlicher Zellen zusammengesetzt ist. Es ist an den erst zur Hälfte hervorgekommenen Milch-Backzähnen bei Mensch und Thier zu sehen; schon *Erdl*⁵⁾ fand es und erkannte seine Zusammensetzung aus kleinen platten Zellen. Aber ich warne vor dem Irrthum: dieses Häutchen für das Schmelzoberhäutchen zu erklären. Es ist nur eine dichte Schichte von Pflaster-Zellen des Kieferwalles, die als eng anliegende Kappe auf dem Zahn festgeklebt ist, während er die letzte Hülle durchbrach. Dieses zähe Häutchen ist den meisten Zahnärzten wohl bekannt, denn sie werden nicht selten aufgefordert, an jungen Zähnen den eigenthümlichen Beleg zu entfernen, der den eben zur Hälfte durchgebrochenen Zahn von seinen weissen Nachbarn auffallend unterscheidet: die Lage von Hornzellen verdeckt das schimmernde Aussehen des Emails und gibt ihm ein gelblich-mattes.

Man kann also allerdings an den mit der Hälfte der Krone aus dem Zahnfleisch hervorsehenden Zähnen ein Häutchen abheben, das aus dem verhornten Epithel der Mundschleimhaut besteht, aber das ist erstens nur in einem sehr eng begrenzten Zeitabschnitt der Fall, und dann ist sein Ursprung das Mundhöhlen-Epithel, nicht das des Schmelzorganes. Unter ihm sitzt erst das verkalkte Schmelzoberhäutchen.

Ich bedaure, dass *Waldeyer*, der die Existenz der Hornschichte, ja sogar ihre directe Verbindung mit dem Zahnfleisch bemerkte, nicht auch alte Zähne in verdünnter Salzsäure macerirt hat. Er konnte sich leicht

5) *Erdl*: Untersuchungen über den Bau der Zähne bei den Wirbel-Thieren, insbes. den Nagern; Münchner akadem. Abhandlungen, math.-nat. Klasse. 1841. pag. 515.

überzeugen, dass jenes Häutchen, was hier losgelöst wird, sehr verschieden ist von einem geschichteten Lager abgeplatteter Mundhöhlenepithelien, und dass die Silberlösung ihre Dienste völlig versagt.

Die Herkunft dieses Schmelzoberhäutchens wird aus den spätern Mittheilungen hervorgehen; zunächst will ich meine Ansicht über die Membrana praeformativa in Kürze mittheilen. Was ist sie? Meine Antwort lautet: zwar ein Kunstproduct der Präparation, aber doch der Jugendzustand des Schmelzoberhäutchens.

Die verschiedenen widersprechenden Angaben zu controliren und durch die Erkennung des wahren Sachverhaltes zu verstehen, ist eine ziemlich mühsame Arbeit, und ich begreife sehr gut jene ärgerliche Bemerkung *Waldeyer's* ⁶⁾, wenn er, müde von der Jagd nach diesem unfassbaren Gespenst ausruft: „die von Raschkow sogen. Membrana praeformativa spielt seit dem Jahr 1835 in allen Abhandlungen über die Entwicklung der Zähne eine eigenthümliche Rolle und hat nicht wenig das Verständniss derselben erschwert. Er glaube ungescheut behaupten zu dürfen, dass kein Histologe sie je gesehen, geschweige denn an einem Präparate für sich dargestellt habe“. Mein verehrter College hat sich nach langem vergeblichen Suchen überzeugt, dass kein structurloses Häutchen existirt, welches den Dentinkeim überzieht, denn dort soll doch wohl die Membrana praeformativa zunächst zu finden sein. Und doch, das kann man sich getrost sagen, muss irgend etwas existiren, was z. B. *Huxley* und *Lent* veranlasst hat, Membrana praeformativa und Schmelzoberhäutchen zusammenzuwerfen. Soll man annehmen, dass *Kölliker* ⁷⁾ von einem Bild der Phantasie spricht, wenn er behauptet: die Zahnpapille sei von einem

6) *Waldeyer*: Henle's Zeitschr. Bd. XXIV. 1865. S. 177.

7) *Kölliker*: Hndbch. Neueste Auflage S. 375.

zarten, gleichartigen Häutchen bedeckt, es liege über den Elfenbeinzellen; oder wenn es (Seite 380) heisst: zwischen dem Epithel der Zahnpapille und der Schmelzmembran, wie auch zwischen dem ganzen Schmelzorgan und der Mucosa und an der Oberfläche der letzteren überhaupt liege ein zartes gleichartiges Häutchen — *Membrana praeformativa*!

Ich denke, solch auffallende Widersprüche sind doch nur möglich, wenn ein und dasselbe Element in verschiedener Lage und in verändertem Zusammenhang zur Beobachtung kommt, und will man endlich diesen Spuckgeist bannen, so muss man sagen können, worin denn der Grund dieser seltsamen Täuschungen liege. Ich glaube darin um einen Schritt weiter gekommen zu sein als *Waldeyer*, der sich die Vernichtung dieses praeformativen Wahnes angelegen sein liess.

Wenn ich in dem Folgenden die Haltlosigkeit der Annahme einer für sich bestehenden *Membrana praeformativa* beweisen soll, so kann es leider nur dann gelingen, wenn man mir gestattet, ab ovo zu beginnen.

Bekanntlich unterscheidet man an jedem Schmelzorgan ein äusseres und inneres Epithel und die zwischen beiden liegende Schmelzpulpe. Zunächst bedarf es einer genauen Vorstellung von dem Bau des sogenannten innern Epithels und des *Stratum intermedium*, das ich zu der *Membrana adamantinae* oder der Schmelzmembran rechne.

Dies innere Epithel besteht:

1) aus einer Lage von Cylinderzellen, welche gegen den Zahnkeim zu mit ihren freien breiten Enden sehen (Schmelzmembran der Autoren);

2) aus einer $\frac{1}{20}$ Mm. dicken Lage polygonaler vielstrahliger, miteinander anastomosirender Zellen, die gekörnt sind und sehr dicht aneinander liegen (die Zellen der anstossenden Schmelzpulpa sind zwar ebenfalls strahlig und anastomosirend, sie liegen jedoch weiter auseinander). Die

dichte Anhäufung der Zellen nach aussen von der Cylinderzellanlage ist die Ursache, warum an Sagittaldurchschnitten sowohl im frischen als erhärteten Zustande diese Schichte etwas trüb erscheint und den unbestreitbaren Eindruck einer bestimmten Gewebs-Schichte macht.

Unter günstigen Umständen lässt sich das Cylinder-epithel und die ihm zunächstliegende etwas festere Schichte an frischen, namentlich aber an erhärteten Präparaten von dem Schmelzorgan in Fetzen abziehen. Das waren wohl die Gründe, warum sie bei *Todd-Bowmann* als „Basement membran“, von *Hannover* als „membrana intermedia“ beschrieben ist. *Waldeyer* zieht vor, diese Lage stratum intermedium zu nennen.

Die *Cylinderzellen* der Membrana adamantina haben grosse Aehnlichkeit mit denen der Riechschleimhaut. Nach innen sind sie quer abgeschnitten, und der Querschnitt wechselt in 4—6 eckigen Feldern, ja sogar runde Querschnitte kann man finden. Dem Querschnitte entspricht auch der übrige Zellenkörper. Es ist ganz berechtigt, darauf hinzuweisen, dass die Form der Schmelzzellen keineswegs so regelmässig sei, wie die Präparate auf den ersten Augenblick zeigen und wie man sie gewöhnlich abgebildet findet, aber ich vermag sie nicht mit Keilen zu vergleichen, welche mit der Spitze nach dem Schmelz, mit der Basis nach aussen gewendet sind (*Waldeyer*); ich finde die Anordnung gerade umgekehrt: die Basis der Zelle sieht nach dem Schmelz, ihr spitzes Ende nach aussen gegen die Schmelzpulpa. Ich stimme mit der Argumentation von *Waldeyer*⁸⁾ über die Herkunft keilförmiger Schmelzprismen von den keilförmigen Schmelzzellen durchaus nicht überein. Ich will nicht bestreiten, dass mitunter eine im *Waldeyer'schen* Sinne keilförmige

8) *Waldeyer*: Königsb. Jahrbuch. Bd. IV. 1864. S. 282.

Zelle gefunden werden könne, aber die Mehrzahl zeigt uns einen regelmässigen, dem Querschnitt entsprechenden Zellkörper. Dass die Schmelzzellen nicht alle gleichgebildet sind, beweist übrigens auch ihr Product; die fertige Schmelzsubstanz erscheint aus 4—6 eckigen Prismen aufgebaut; aber schon *Tomes* gibt an, dass der Querschnitt auch jede beliebige Form bis zum Kreis zeigen könne.

Die Schmelzzellen besitzen eine *Membran*. Für die Seitenwände der Zelle ist die Existenz der Membran von *Waldeyer*, *Hertz* und *Wenzel*⁹⁾ bestätigt und sie wird wohl von Niemand bezweifelt werden. Das äussere, gegen das *stratum intermedium* zugelegene Zellenende ist, wie schon erwähnt, spitz und steht in directer Verbindung mit Ausläufern der polygonalen, körnigen Zellen dieser Schichte.

Die Art der Verbindung gleicht ganz jener in der Riechschleimhaut oder dem Central-Canal des Rückenmarkes; ein an verschiedenen Zellen verschieden langer Faden stellt den Zusammenhang her. Dieser Faden ist ungemein weich und aus körnigem Protoplasma gebildet. Jene Zellen, welche *Waldeyer* und *Hertz* abbilden, sind unvollständig¹⁰⁾, ihr spitzes Ende ist abgerissen, und es ist natürlich, dass sich an der abgerissenen Zelle der Inhalt mit sammt dem Kern bequem herausdrücken lässt, worauf ein kleiner zusammengefallener Schlauch übrig bleibt. Das zugespitzte Ende haben übrigens schon *Hannover* und *Nasmyth* gesehen, aber der Letztere hat keinen besondern Werth auf diese Erscheinung gelegt, und der Erstere meint fälschlich, diese Spitze sei dem Dentinkeime zugekehrt. Wir kennen ihre wahre Richtung und besitzen in dem Jodserum ein vortreffliches Mittel, um die vollständigen Zellen zu

9) *Wenzel*: Untersuchungen über das Schmelzorgan und den Schmelz; Inaugural-Dissert. Leipz. 1867. S. 6.

10) Auch *Wenzel* ist dieses Verhalten der Zellen entgangen.

isoliren. Legt man den foetalen Kiefer einige Zeit in diese Flüssigkeit, so lösen sich die Zellen unversehrt von ihrer Unterlage los¹¹⁾. Ganz dasselbe Verhalten zeigen sie auch ohne Zusatz von Reagentien, wenn man das Organ nicht gleich am ersten, sondern erst am 4. oder 5. Tage untersucht. Die beginnende Zersetzung gestattet ein schonendes Isoliren.

Was den Inhalt der Cylinderzellen betrifft, so besteht er aus einer molecularen Substanz und einem Kern. Ich habe nicht finden können, dass der gegen den Schmelz gerichtete Inhalt feiner granulirt sei. Der Kern liegt fast ohne Ausnahme in dem zum stratum intermedium näher liegenden Theil; diesen Umstand haben *Waldeyer* und *Hertz* jenen gegenüber betont (*Lent*), welche die schon von *Hannover* gemachte Beobachtung anzweifeln. Ein stark glänzendes Kernkörperchen ist fast ausnahmslos vorhanden. Zwei Kerne in einer Zelle habe ich nie gesehen.

Wir kommen nun zur Betrachtung des freien Zellenendes. Es erfordert eine besondere Aufmerksamkeit, denn in den Arbeiten von *Waldeyer*¹²⁾ und *Hertz*¹³⁾ wird die Beobachtung mitgetheilt, dass dieses innere Ende membranlos sei. Ich bin hierüber anderer Ueberzeugung. Die Cylinderzellen besitzen auch an ihrem freien Ende eine Membran, die an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig lässt. Die Widersprüche über ein und dasselbe Gebilde beruhen auch in diesem Falle, wie so häufig, nur in der verschiedenen Untersuchungs-Methode. Auch ich habe das innere Ende membranlos gesehen und bin im Stande, es

11) Ich lasse die Präparate oft 3—4 Wochen in dem Jodserum liegen, und ebensolang in $\frac{1}{2}$ proc. Lösungen von doppelt chromsaurem Kali; dann erst eignen sie sich für die Isolirung der Zellen.

12) *Waldeyer*: Königsb. Jahrb. a. a. O. S. 274.

13) *Hertz*: Virch. Arch. Bd. XXVII. 1866. S. 289. Anmerkung.

je nach Geschmack und Laune bald mit, bald ohne Membran vorzuführen. *Tomes* findet die Schmelzzellen gegen die Schmelzprismen hin mit breiten Rändern; ich habe dieses Verhalten auch bemerkt und andere Zellen gesehen, deren Rand wie der Kelch einer *Gentiana* zackig ist und sich etwas umschlägt. Mitunter kann der Beobachter je nach der Lage der Zelle in die Zellenröhre hinabsehen. Diese Formen des Zellenendes entstehen, wenn die Zelle gewaltsam von dem Schmelz, sei es nun an ganz frischen Objecten oder nach zu kurzer Behandlung mit chromsauren Salzen isolirt wird. Nach längerer Maceration in den schon erwähnten Lösungen erfolgt die Trennung des Zusammenhanges in schonenderer Weise; dann sind die Zellen aber oben nicht offen, sondern mit einer deutlichen $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{1200}$ Mm. dicken Membran bedeckt. Diese Deckel der Cylinderzellen sind mit dem Schmelz sehr fest verklebt, und nur bei besonderer Vorsicht wird die Trennung gut gelingen. Den meisten Beobachtern ist diess bisher nicht geglückt. Es riss entweder die Zelle los, so dass die Deckelmembran an den Schmelzprismen hängen blieb, oder aber die Schmelzprismen brachen ab und blieben mit der Zelle in Verbindung. In dem ersteren Falle ist die Zelle an dem breiten Theile membranlos, in dem zweiten Falle ist es meist leicht, die zwischen der Schmelzfaser befindliche Membran in Form eines hellen Streifens wieder zu finden, aber man hat sie entweder kaum berücksichtigt oder ihr eine andere Deutung gegeben. *Waldeyer*¹⁴⁾ hat sie z. B. in seiner Fig. 13, Taf. III zwar unverkennbar dargestellt, selbst an der Fig. 10 derselben Tafel findet sich eine kleine Andeutung, aber er sagt nichts über den Ursprung dieses Streifens zwischen Zelle und Schmelzfaser. *Hertz*¹⁵⁾ verursacht da-

14) *Waldeyer*: Königsb. Jahrbücher.

15) *Hertz*: a. a. O. S. 294.

gegen diese Trennungslinie einige Bedenken. Der Nachweis „einer Membrana praeformativa“, welche zwischen Schmelzzellen und Schmelzprismen sich befinden soll, ist ihm misslungen, und er glaubt aus diesem und aus andern Gründen an eine directe Verirdung der Schmelzzellen; aber er kann nicht in Abrede stellen, dass an jungem, in der Entwicklung begriffenen Schmelz der Uebergang der Schmelzzellen in die Schmelzprismen scheinbar kein directer ist; man sieht nemlich, theilt er uns mit, „an Chromsäure-Präparaten zwischen beiden eine mehr homogene, eine Membran möglicherweise vortäuschende helle, schmale Zone“, die er auch bisweilen deutlich beim Isoliren der einzelnen Schmelzzellen im Zusammenhange mit dem entsprechenden Schmelzprisma nachweisen konnte.

Diese helle Zone, die er Fig. 5 b abbildet, betrachtet er als einen chemisch differenten Theil der Schmelzzelle, als die für die Verkreidung präformirte Protoplasmaschichte. Man sieht, diesem Beobachter ist die auffallende helle Trennungszone nicht entgangen, und ich darf mich der Hoffnung hingeben, dass er durch eine wiederholte vorurtheilsfreie Untersuchung dieser kritischen Stelle die helle Zone als die Membran der Schmelzzelle herausfinden wird; ich habe dann nichts dagegen, wenn er sie, wie alle Zellmembranen, „für einen chemisch differenten Theil in Vergleich zu dem starkkörnigen Inhalt“ der Schmelzzelle auffassen will.

Diese Grenze zwischen Schmelzzelle und Schmelzprisma hat *Hertz* zu meiner Freude solchen Eindruck gemacht, dass er auf der folgenden Seite noch einmal darauf zurückkommt. Er verwahrt sich gegen eine Missdeutung seiner Darstellung, denn nach den Beobachtungen von Tomes und Waldeyer lägen die Schmelzzellen direct den Prismen an, und er nehme ja auch einen directen Uebergang beider Theile an, aber er hätte nicht umhin gekonnt, auf jene helle Schichte

aufmerksam zu machen. Er hoffe aber, dass durch seine Schilderung der Verhältnisse die Lehre von dem Vorhandensein einer Membrana¹⁶⁾ praeformativa keine neue Stütze erhalte. Diese Hoffnung ist eitel; ich sehe in der Zeichnung *Waldeyers* und in den Worten von *Hertz* allerdings eine Stütze, und zwar zunächst für die Deckmembran der Schmelzzellen¹⁶⁾ und dann in zweiter Reihe für die Anwesenheit einer isolirbaren structurlosen Haut, welche vom Präparator künstlich gemacht wird durch das Loslösen der zusammenhängenden Deckel einer Reihe von Schmelzzellen.

Ich habe gesehen, dass man mit und ohne Reagentien die Deckmembranen der Schmelzzellen, wenn schon Schmelz gebildet war, als ein zusammenhängendes Häutchen abheben kann. Manchmal lösen sie sich auf einer grossen, manchmal auf einer kleinen Strecke von den Zellkörpern ab.

Man sieht ferner oft die Membran brückenförmig von einer Zellengruppe zu der andern herübergespannt, wenn die in der Lücke befindlichen Zellen durch ein zufälliges Accidenz entfernt wurden. Misstrauische Gemüther, denen Reagentien unsicher scheinen, können durch Druck das Abheben einer Membran erreichen. Unter ihr sind dann die Zellen an dem breiten Ende ohne Deckel. Dieses Häutchen, welches sich von den Zellen des Schmelzorganes während der Entwicklung des Zahnes abheben lässt, ist weich, biegsam, mit einem Worte eine aus vielen Zellendeckeln bestehende Membran, an der sich um diese Zeit vielleicht noch Silberwirkungen nachweisen lassen. Nach der Vollendung des Emails bleiben diese Zelldeckel auf der Oberfläche des Zahnes sitzen und ver-

16) Auch *Wenzel*, a. a. O. S. 6, hat an einzelnen Zellen eine scharfe Begrenzung gesehen. Er ist jedoch für eine directe Verkalkung und desshalb wird diese Erscheinung nicht weiter berücksichtigt.

kalken. Das ist der Ursprung und die Entstehung des Schmelzoberhäutchens.

Es ist für den Kritiker dieser Mittheilung unbedingt nöthig, sich von der Existenz der Deckel an den Cylinderzellen zu überzeugen, d. h. sich zu vergewissern, dass man, begünstigt von Umständen, die Zellendeckel auch als zusammenhängendes structurloses Häutchen isoliren könne, und er muss sich ferner in's Gedächtniss prägen, dass dieses structurlose Häutchen von dem Schmelzorgan abgehoben wurde. Es ist weiter zu beachten, dass die Zellendeckel mitunter auch auf dem Schmelz sitzen bleiben, namentlich dann, wenn man den Versuch macht, das Schmelzorgan im frischen Zustande von dem neugebildeten Email zu entfernen. Es unterliegt keinem Zweifel, wenn diess letztere der Fall war, so wird man auf unvollendeten Zähnen durch Säure das structurlose Häutchen nachweisen können, denn die Prismen werden aufgelöst, die Membran bleibt zurück. Es kann aber umgekehrt auch vorkommen, dass bei dem Loslösen des eben wachsenden Zahnes die Zellen sich vollständig unversehrt abheben, dann wird man aber auf der Oberfläche des jungen Emails vergebens nach einem structurlosen Häutchen suchen. Diese Erfahrungen, die ich gemacht habe, stimmen völlig mit dem oben mitgetheilten Verhalten der Schmelzzelle überein, welche je nach dem Verfahren, dem sie unterworfen wurde, die Deckmembran bald festhält, bald an dem Schmelz hängen lässt.

Wenn wir jetzt mit unserem durch die Kenntniss von der Structur der Schmelzzelle erweiterten Gesichtspunkt die früheren Arbeiten prüfen wollen, so werden sich manche Räthsel und Meinungsverschiedenheiten befriedigend lösen. Ich für meinen Theil beschränke mich auf die Arbeiten von *Huxley* und *Lent*, weil sie positive Resultate enthalten, und überlasse es dem geneigten Leser, die Rundschau noch

weiter auszudehnen. *Huxley*¹⁷⁾ hat ganz unzweifelhaft das Schmelzoberhäutchen gesehen und zwar an Zähnen aus dem 7. Monat. Er gibt die Dicke an auf $1/1000$ — $1/625$ Mm., wie ich es und Andere gefunden. Er hat ein vortreffliches Verfahren angewendet zu seiner Darstellung. Der aus der Alveole genommene Zahn wird unter Wasser bei schwacher Vergrößerung während des Zusatzes starker Essigsäure beobachtet. Es erfolgt das Loslösen der noch weichen Membran, unter der die Schmelzprismen wie Schnee hinwegschmelzen. Er hat diese feine structurlose Membran, welche theilweise von *Nasmyth*¹⁸⁾ schon 1839 bei Säugethieren war nachgewiesen worden, den Herren Busk und Quecket gezeigt.

Ich will jetzt zu erklären suchen, wie es denn komme, dass sie schon an dem im Kiefer verborgenen Zahne aufzufinden sei. Oben wurde erwähnt, dass der Zusammenhang

17) *Huxley*: On the development of the Teeth. Quart. Journ. of the micr. Sc. 1853. S. 132 u. 157.

18) Es ist mir leider nicht möglich gewesen, der Abhandlung von *Nasmyth* habhaft zu werden. Ich bedaure diess um so mehr, als ich glauben durfte, dadurch weitere Bedenken beseitigen zu können. *Nasmyth* fasst seine „persistent capsula“ als eine dünne Cementlage auf, welche die Zahnkrone überzieht. *Owen* ist der Ansicht *Nasmyth*'s beigetreten, und wahrscheinlich doch erst dann, nachdem er die Sache untersucht hatte. Ich glaube nun, *Nasmyth* war in seinem vollen Rechte, von einer Cementlage auf der Oberfläche der Zahnkrone vieler Säugethiere zu sprechen, denn eine solche existirt ja. Die Backzähne unserer Wiederkäuer, die Zähne der Pferde, die Backzähne des Schweines besitzen alle über dem Email noch eine Lage Cement. Bei der Maceration in Salzsäure verschwindet das Email, die Cementlage bleibt aber erhalten; der Knochenknorpel umgiebt an solchen macerirten Zähnen die Dentine wie ein Futteral, und *Nasmyth* war zu seiner Zeit gewiss berechtigt, an solchen Präparaten von einer „persistent capsula“ zu sprechen. Wenn er aber dann die Existenz einer solchen Cementlage bei allen Säugethieren behauptete oder sie mit dem Schmelzoberhäutchen identifizierte, so beging er einen Fehler, der den Nachfolgern das Auffinden der Wahrheit erschwerte.

zwischen Zellen und Schmelzprismen so fest sei, dass bei dem Losziehen des Schmelzorganes im frischen Zustande die Zellen meist in der Mitte abbrechen. Die Verbindung ist selbst nach einer mehrtägigen Maceration in schwachen Lösungen von doppelt chromsaurem Kali noch nicht gelöst. Als Beweis darf ich nur auf die Zeichnungen von *Tomes*, *Waldeyer* und *Hertz* verweisen, welche abgerissene Zellen abbilden, an denen Stücke der Schmelzprismen hängen. Wenn nun *Huxley* die frisch aus der Alveole genommenen Zähne, an welchen die abgerissenen Zellen auf dem jungen Schmelz sassen, mit starker Essigsäure behandelte und mit schwachen Vergrößerungen betrachtete, so verschwand der Rest der Zellen, die Schmelzprismen wurden gelöst; die zwischen beiden Elementen befindlichen Zellendeckel blieben aber als eine structurlose Membran zurück, die von *Huxley* *Membrana praeformativa* genannt wurde. Man darf sie, auf diese Weise isolirt, nicht als ein Element der Zahnpulpa betrachten, denn sie hat mit diesem Organ gar nichts zu schaffen: sie stammt ja von dem Schmelzorgan; aber es ist leicht einzusehen, dass sie jeder Beobachter unter solchen Umständen für eine ursprünglich die Zahnpapille bedeckende Membran auffassen musste. So erklärt sich z. B. die Bemerkung Huxleys: that all the tissues of the tooth are formed beneath the basement membrane of the pulp; in der That unter ihr geschieht die Bildung des Zahnbeines, unter ihr, d. h. durch den Deckel der Cylinderzellen hindurch die des Schmelzes. Der Unterschied zwischen meiner Auffassung und der von Huxley liegt nur darin, dass er behauptet: under the membrane of the pulp, während ich sage: d. h. unter dem Deckel der Cylinderzellen.

Prüfen wir nun die Beobachtungen von *Lent*¹⁹⁾. Er stimmt in dieser Frage mit *Huxley* überein und bemerkt,

19) *Lent*: Zeitschrift f. w. Zoologie. Bd. VI. 1855. S. 131.

dass sich der Schmelz unter der Membrana praeformativa bilde und dass Membrana praeformativa und Schmelzoberhäutchen identisch seien. Er fährt fort, dieselbe Behauptung zu vertheidigen wie *Huxley*, dass die ganze Zahnpulpe von der Membrana praeformativa überzogen sei und dass auf ihr die Membrana adamantina liege. Behandelte er einen Zahn aus der ersten Periode der Zahnbildung (Durchschnitt) mit Essigsäure, so sah er die structurlose Membran sich von dem Schmelz abheben, und hatte er einen Zahn, an dem noch nicht alles Zahnbein von Schmelz bedeckt war, so sah er deutlich, wie die Membrana praeformativa von der Zahnpulpe auf das Zahnbein und sodann auf den das Zahnbein bedeckenden Schmelz überging. Diese Schilderung lässt nichts zu wünschen übrig, wenn man statt des Wortes Membrana praeformativa, welche die Zahnpulpe bedecken soll, den Begriff Schmelzoberhäutchen einsetzt, so wie ich ihn oben für diesen embryonalen Zustand, nemlich für die Summe der zusammenhängenden Zellendeckel des Schmelzorgans aufgestellt habe. Die von *Lent*, Taf. V. Fig 1 u. 2 gegebenen Abbildungen sind vollständig correct, wenn auch etwas zu schematisch, aber immer mit dem Vorbehalt, dass dieses structurlose Häutchen von dem *Schmelzorgan* und nicht von der Zahnpulpe stammt.

Soviel über den Ursprung dieser structurlosen Membran. Was man sonst noch von structurlosen Häutchen im Innern des Zahnsäckchens erzählt findet, gehört in's Bereich der Fabel.

Nach diesen Erfahrungen wird man die Entstehung der beiden an der Zahnkrone vorkommenden Substanzen sich so zurecht legen müssen :

Das Zahnbein wird mit Hilfe der Zahnbeinzellen von der Zahnpulpe aus gebildet, der Schmelz von den Zellen des Schmelzorgans auf die Oberfläche des Zahnbeines deponirt. Derselbe feste und dauernde Bindestoff, welcher die Schmelz-

prismen untereinander verbindet, stellt auch die Festigkeit zwischen Schmelz- und Zahnbein her. Die Schmelzzellen sind die Elemente eines secernirenden Organes, Schmelzorgan, und scheiden an ihrer Oberfläche entsprechend dem Querschnitt ihres Zellenkörpers die Schmelzprismen ab.

Ich weiss wohl, dass ich durch diese letzte Anschauung mit der von *Waldeyer*, *Hertz*, *Wenzel*²⁰⁾ u. A., wonach der Inhalt der Zellen oder die Zellen selbst verirden, in directen Widerspruch trete. Daran ist aber jener Deckel auf dem innern Ende der Zellen schuld, und man muss nun versuchen, die Thatsachen oder, wenn es zur Zeit noch zu viel gesagt sein sollte, meine Behauptungen zu prüfen. Ich fühle zur Zeit kein Bedürfniss mit der Kritik der Hypothesen über den Modus der Schmelzbildung mich zu beschäftigen, denn die nächste Aufgabe ist, sich von dem Deckel der Cylinderzellen und von der Bedeutung desselben für die Entstehung des Schmelzoberhäutchens zu überzeugen. Die Consequenzen ergeben sich dann von selbst, wenn man versuchen sollte, die Frage über Zellenausscheidungen an diesem Objecte zu discutiren. Man wird sich gerade im Gegensatz zu *Waldeyer* u. A. bei der Anwesenheit eines Zellendeckels, der sehr auffallende Resistenz besitzt, doch veranlasst sehen, an osmotische Vorgänge zu denken.

Um irrigen Vermuthungen zu begegnen, bemerke ich jedoch hier, dass ich die spitzen Anhänge der Schmelzfasern (*Hannover*, *Hertz*, *Kölliker*, *Bruch*²¹⁾) ebenfalls gesehen

20) In der neuesten Zeit hat sich noch *Wenzel* für den directen Uebergang der Schmelzzellen in Prismen ausgesprochen.

21) *Bruch*: Untersuchungen über die Entwicklung der Gewebe, Abhandlgn. der Senkenberg. Gesellschaft Bd. IV u. VI. S. 234, beschreibt und bildet Taf. VIII. 15 A auf der Oberfläche der Papille eine cylinderförmige Zellschichte, welche an der freien Oberfläche

habe und dass ich sie für Producte einer unregelmässigen Ablagerung und für zufällige Bildungen, nicht aber wie *Hertz* für den noch nicht verirdeten centralen Theil einer Schmelzzelle halte.

Ich habe ferner nie Bilder finden können, welche mir einen Kern im Innern junger Schmelzprismen gezeigt hätten oder überhaupt Zeichen einer directen Verkalkung.

Man hat ferner die Querlinien der Schmelzprismen als einen Beweis für eine schuppenweise Verkreidung des Zellprotoplasmas (*Hannorer, Hertz*) angeführt. Es wurde dabei jedoch übersehen, dass die Prismen der Milchzähne überhaupt und namentlich die tiefern (jüngsten) Schichten ohne Querstreifung sind, dass nur die Ersatz- und bleibenden Zähne die charakteristische Schichtung in den Schmelzprismen zeigen.

„mit cilienartigen Auswüchsen versehen war.“ Diese Zellen sind von *Hertz* in derselben Weise abgebildet worden, stammen nicht, wie Bruch meint, von der Oberfläche der Papille, sondern von der des Schmelzorgans.
