

# **Ein Beitrag zur Kenntnis von den sogenannten „Interglobularräumen“ im menschlichen und tierischen Zahn**

**Inaugural-Dissertation**

zur

**Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde**

der

**Hohen Medizinischen Fakultät**

der

**Schlesischen Friedrich Wilhelms-Universität zu Breslau**

vorgelegt von

**Egon Dickmann**

Zahnarzt in Glogau.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1925

**Gedruckt mit Genehmigung der Hohen Medizinischen Fakultät der Schlesischen  
Friedrich Wilhelms-Universität zu Breslau.**

**Berichterstatter: Prof. Dr. Euler.**

ISBN 978-3-662-27356-2    ISBN 978-3-662-28843-6 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-28843-6

Meinem hochverehrten Lehrer,  
Herrn Prof. Dr. med., Dr. med. dent. h. c. H. Euler  
in Dankbarkeit zugeeignet.

Der Verfasser.

# Ein Beitrag zur Kenntnis von den sogenannten „Interglobularräumen“ im menschlichen und tierischen Zahn.

Von

Dr. Egon Dickmann, Zahnarzt, Glogau.

Mit 6 Abbildungen.

(Aus dem zahnärztlichen Institut der Universität Breslau. Direktor: Professor Dr. med.,  
Dr. med. dent. h. c. H. Euler.)

Die in letzter Zeit erschienenen Veröffentlichungen über die „Interglobularräume“ des Dentins ließen es angebracht erscheinen, eine systematische Bearbeitung dieses Gebietes vorzunehmen. Der vorliegenden Arbeit, die diesem Zwecke dienen soll, sei zur besseren Orientierung eine kurze Disposition vorausgeschickt.

Begonnen wird mit einer Übersicht über die Literatur dieses Gebietes in der Art, daß zunächst die eigentlichen „Interglobularräume“ und danach die „Tomessche Körnerschicht“ betrachtet werden. Sodann folgen die eigenen Untersuchungen und zugleich damit eine Stellungnahme zu den Ansichten der vorhergehenden Autoren. Diese Untersuchungen betreffen zunächst das Vorkommen und die Lokalisation der „Interglobularräume“ im tierischen und menschlichen Zahn, um dann auf die spezielle Histologie einzugehen. Auch hier wird die „Tomessche Körnerschicht“ gesondert behandelt. Schließlich wird der Versuch gemacht, allgemein gültige Ergebnisse herauszuarbeiten oder doch mindestens die Wege zu suchen, die zur weiteren Erforschung dieser Spezialfrage angezeigt erscheinen.

## I.

Die bis in die neueste Literatur als „Interglobularräume“ des Zahnbeins bezeichneten Gebilde fand zuerst Czermak im Jahre 1850. Er beschreibt sie als „Lücken zwischen den Kugeln“, in denen die anorganische Substanz des Dentins abgelagert wird und lokalisiert sie an zwei verschiedenen Stellen des Zahnes: einmal „längs der Grenze von Dentin und Zement“ und zweitens „dort, wo die Schichten, in welchen die Zahnschubstanz abgelagert wird, aneinanderstoßen“. Nach ihm unterbrechen die „Interglobularräume“ die Zahnkanälchen und stellen sich als mit Luft gefüllte Hohlräume dar. Zugleich stellt er fest, daß sämtliche Hohlräume des Dentins als „Interglobularräume“ anzusprechen sind, daß also z. B. Knochenkörperchen im Zahnbein nicht existieren. Auch beobachtet er bereits, daß die Möglichkeit einer späteren Gestaltsveränderung, ja sogar des Verschwindens der „Interglobularräume“ vorhanden sei.

Schon zwei Jahre nach dieser Veröffentlichung erfährt die Ansicht Czermaks eine wesentliche Berichtigung. Kölliker stellt 1852 in seinem Handbuch der Gewebelehre fest, daß die „Interglobularräume“ keine Hohlräume

sind, sondern aus unverkalkter Zahnbeingrundsubstanz bestehen, die von den Zahnkanälchen durchbohrt wird. Er beschreibt sie als „nicht ganz gesetzmäßige Bildungen, die sozusagen in keinem Zahn ganz fehlen“, und lokalisiert ihr Vorkommen „auch im Innern des Dentins der Wurzel“ und „besonders schön an den Wänden der Zahnhöhle“. Nach ihm sind „wirkliche Knochenhöhlen“ in normalem Dentin „selten und nur an der Zementgrenze zu finden“.

Diese beiden Arbeiten bilden scheinbar die Grundlage, von der die nachfolgenden Untersuchungen ausgehen. Der folgende Autor, Hannover, schließt sich betreffs des Inhaltes der „Interglobularräume“ der Ansicht Köllikers an, betreffs des Vorkommens übernimmt er die Czermaksche Darstellung mit der Erweiterung, daß die „Interglobularräume“ auch in der Nähe des Schmelzes zu finden seien. Nach ihm werden die Dentinröhrchen teils durch die „Interglobularräume“ unterbrochen, teils gehen sie durch diese hindurch. Er ist der erste, der den Ausdruck „Interglobularräume“ einer gewissen Kritik unterzieht, indem er darlegt, daß man von solchen lediglich an trockenen Schliffen, keinesfalls jedoch in vivo sprechen könne. Trotzdem behält er den alten Namen bei.

Mac Quillen beschreibt die Struktur der „Interglobularräume“ eingehender; nach ihm ist ihre Form „sehr unregelmäßig, meist lang und breit“, ihre Konturlinien sind aus Kreisabschnitten zusammengesetzt. Sie sind im frischen Zustand mit „der Grundsubstanz analoger Struktur“ ausgefüllt, im getrockneten Dentin erscheinen sie leer. Sie schließen eine große Zahl von Dentinröhren in sich, die quer durch sie zu verfolgen sind, dort „weniger markiert als im gesunden Dentin“. Das Vorkommen der „Interglobularräume“ wird von ihm als „im Dentin ausgewachsener Zähne abnorm“ geschildert, sie selbst werden „wohl als Prädisposition für Karies“ durch Freilegung oder mechanische Einwirkung betrachtet.

Kollmann beschäftigt sich mit den „Interglobularräumen“ nur insofern, als er glaubt, „ihr ganz unregelmäßiges“ Auftreten, gegen die schichtweise Ablagerung des Dentins auswerten zu müssen. Er wendet sich damit gegen die richtigen Ergebnisse von Owen, Retzius und Czermak, die gerade diese schichtweise Ablagerung des Dentins wesentlich mit dem Vorhandensein der Owenschen Konturlinien, die nach Czermak durch die Reihen der „Interglobularräume“ bedingt sind, bewiesen hatten. Kollmann hebt dagegen hervor, daß einmal das Auftreten der „Interglobularräume“ völlig regellos sei, und daß insbesondere die verschiedene Lokalisation bei Mensch und Tieren dagegen spräche; bei ersterem seien sie vornehmlich nahe dem Schmelz und Zement, bei letzteren besonders in der Nähe der Pulpahöhle zu finden. Ihre Entstehung führt er als zufällige Erscheinung darauf zurück, „daß je nach der Ausdehnung der Höhle drei bis vier Dentinzellen zwar Knorpelsubstanz, doch nicht die entsprechenden Salze ablagern“. Diese Beeinträchtigung der Zellentätigkeit sei nur eine zeitweise, durch besondere Bedingungen geschaffen, nach deren Aufhören wieder die normale Leistung und damit auch die Bildung normalen Dentins einsetze.

Im Gegensatz zu Kollmann betont wiederum Waldeyer, daß die Owenschen Konturlinien doch durch die „Interglobularsubstanz“ bedingt seien. Nach ihm gehen die Dentinröhren in die „sich mitunter zeigenden kleineren

oder größeren, unregelmäßig begrenzten Lücken“, als die er die „Interglobularräume“ beschreibt, über, während sie selbst „feine Ausläufer gegen den Schmelz zu“ senden. „Kuglige Zeichnungen, die mitunter in kompaktem Dentin auftreten“, erklärt Waldeyer dadurch, „daß vielfach eine nachträgliche Obliteration der „Interglobularräume“ durch Verknöcherung ihres weichen Inhaltes stattfindet, wobei die Konturen ihrer ehemaligen Begrenzung erhalten bleiben.“ Bei jungen, frischen Kalbszähnen gibt er das Vorhandensein von Zellen in den größeren „Interglobularräumen“ an, deren Ausläufer sich in die einmündenden Zahnkanälchen fortsetzen. Durch Verkümmern dieser Zellen und Umwandlung ihres Protoplasmas in zahnknorpelähnliche Substanz entstehen so die „Interglobularräume“. Nach ihm „sind also die „Interglobularräume“ mit ihrem weichen Inhalt nichts anderes als das Resultat eines etwas unregelmäßigen Verzahnungsprozesses“, und den Marklücken im Knochen analog.

Rudas gibt bezüglich der Lage der „Interglobularräume“ an, daß sie in Krone und Wurzel nahe der Peripherie des Dentins, sehr selten in dem an die Pulpa angrenzenden Teil des Dentins zu finden sind. Er setzt sich in seinen Arbeiten für eine Änderung des Namens dieser Gebilde ein und schlägt dafür die freilich nicht viel glücklichere Bezeichnung „Interglobularfelder“ vor, während er als Kriterien für sie die durch Kugelsegmente begrenzte Form und den homogenen oder gekörnten Inhalt, beide als unbedingt notwendig, bezeichnet. Betreffs der Dentinröhren ist er der Ansicht, daß sie ursprünglich durch die „Interglobularfelder“ hindurchziehen, infolge des Fehlens der Kalkablagerung und der dadurch bedingten Nichtbildung der Neumannschen Scheiden aber nachträglich schwinden, indem die Dentinfaser in die Grundsubstanz einschmilzt.

Hoehl ist wiederum der Ansicht, daß die Dentinkanälchen zum Teil in die „Interglobularräume“ enden, zum Teil durch sie hindurchgehen.

Couilliaux erwähnt in seiner „Anatomie, Physiologie, Pathologie“ die „Interglobularräume“ gleichfalls als unverkalkte Grundsubstanz, deren Verkalkung später unter Beibehaltung von Spuren ihres ursprünglichen Umrisses erfolgen kann.

Ein Autor, der die Untersuchung der „Interglobularräume“ von wesentlich anderer Einstellung aus vornimmt, ist Morgenstern. Er glaubt an eine besondere Tendenz zum Auftreten der „Interglobularräume“ an bestimmten Stellen im Dentin und an ihre typische Anordnung je nach dem Alter des betreffenden Zahnes. Er lokalisiert sie im menschlichen Zahn „in der Krone, nicht unmittelbar unter dem Schmelz, sondern in bestimmtem Abstand von ihm, parallel zur Schmelz-Dentingrenze, nahe dem Zahnhals mehr nach außen rückend und kleiner werdend, an der Wurzel in die kleineren Interglobularräume der Körnerschicht übergehend“. Ihre Anordnung innerhalb einer Zone bezeichnet er — „bei Berücksichtigung der miteinander kommunizierenden Fortsätze“ — als „arkadenartig“. Den Inhalt der „Interglobularräume“, die auch er als Folgen von Entwicklungsstörungen ansieht, bezeichnet Morgenstern als unverkalktes Gewebe. Er gibt jedoch auch an, in ihnen bei jungen Hechtzähnen häufig Zellen und Zellreste gefunden zu haben; „die größeren „Interglobularräume“ der Zähne der Wiederkäufer weisen, nach ihm, neben Zellen und Knorpelsubstanz hohle und solide Röhren auf“. Über ihr Vorkommen

berichtet er, daß sie in den meisten menschlichen Zähnen, häufiger in jüngeren als in älteren, zahlreicher in zarten, bläulich-weißen als in kräftigen gelblichen Zähnen zu finden seien, in letzteren fand er häufiger „pigmentierte Interglobularräume“. Ihre Begrenzung gibt auch er als kreisbogenartig ausgezackt oder ausgebuchtet an. Von wesentlichem Interesse ist besonders seine Theorie, nach der „ein örtlicher Zusammenhang zwischen „Interglobularräumen“ und Blutgefäßen existiert“. Er stützt diese Theorie darauf, daß nach seiner Ansicht die Anordnung der „Interglobularräume“ in Arkadenbögen, „den im Dentinkeim bestehenden arkadenförmigen Konfigurationen der Kapillaren“ entsprechen. Zudem gibt er an, in einem erst durchgebrochenen Zahn in ziemlich regelmäßigen Abständen dort Blutgefäße in das Zahnbein eintreten gesehen zu haben, „wo in späteren Altersstufen Systeme von „Interglobularräumen“ beobachtet worden sind“. Und schließlich behauptet er, an Schneidezähnen junger Kälber und Rinder träten dort, wo die Gefäße der Pulpa aufhören, säulenförmig angeordnete „Interglobularräume“ auf. Danach also gehen die „Interglobularräume“ aus Blutgefäßen des Dentinkeims hervor.

Nicht ganz im Einklang mit der eben geschilderten Ansicht Morgensterns scheint mir seine zweite Veröffentlichung über dieses Thema zu stehen. Denn nach dieser gehören die „Interglobularräume“ dem Lymphsystem an; feine Kanälchen vermitteln danach von den Lymphspalten des Zementes, die ihrerseits wieder mit den Lymphgefäßen der Wurzelhaut in Verbindung stehen, den Lymphzufluß zu den Hohlräumen der Körnerschicht; durch deren Kommunikation mit den gesamten „Interglobularräumen“ des Dentins werde die Lymphe dann sämtlichen Dentinfasern zugeführt. In dieser Arbeit stellt Morgenstern ferner drei verschiedene Typen von „Interglobularräumen“ dar: „erstens durch eine feine Membran abgegrenzte Räume, in welchen die Zahnbeingrundsubstanz ganz fehlt oder sehr porös ist, so daß sie wie leere nur von Dentinfasern durchzogene Räume erscheinen; zweitens rotbraune oder schwarze Pigmentkörnchen enthaltende Räume und drittens mit Zellen angefüllte Lymphvakuolen enthaltende Räume“.

Diese Ansichten Morgensterns haben merkwürdigerweise keinen Anlaß zu eingehenderer Nachprüfung und eigener Forschung auf diesem Gebiete gegeben; sie sind weder widerlegt noch bestätigt worden, die Fachliteratur der ganzen nachfolgenden Zeit ist an ihnen vorübergegangen. Damit schließt auch die Reihe der Autoren, die sich mit diesem Gebiet eingehender befaßt haben, um erst vor ganz kurzer Zeit (Fanny Goldberg) wieder zu beginnen. In der Zwischenzeit werden lediglich die früheren Ansichten wiederholt und nur wenig Neues — und auch dies nicht durch spezielle Forschung, sondern im Rahmen anderer Arbeiten — gebracht. So weist Gebhardt auf „Zonen feiner „Interglobularspalten“ in der Grundsubstanz als auf die schmäleren Schichten des Dentins“ hin, die er als Zwischenräume zwischen den Fibrillenbündeln erklärt, läßt jedoch offen, ob diese Spalten *in vivo* vorhanden und ob sie dann mit Gewebsflüssigkeiten ausgefüllt sind. Stöhr, Walkhoff, v. Ebner, Fischer, Preiswerk, Port-Euler, Wetzell, Eidmann und Hanazawa bringen im wesentlichen Lage, Form und Inhalt der „Interglobularräume“ in dem Sinne vor, wie sie heute wohl allgemein anerkannt ist. Lediglich v. Ebner hebt daneben hervor, daß häufig in der Wurzel Zusammenhänge von „Inter-

globularräumen“ und unverkalkten Zementfaserbündeln zu finden seien, und Hanazawa weist nach, „daß die Karies an diesen Stellen schneller fortschreiten kann“. Im ganzen können diese Veröffentlichungen dahin zusammengefaßt werden, daß die „Interglobularräume“ im menschlichen Zahn in der Regel vorhanden sind, daß ihr Inhalt unverkalkte Grundsubstanz, von Dentinkanälchen durchbrochen, darstellt, daß sie also keine Zellen enthalten; ihr Vorkommen wird besonders in die Grenzschicht von Schmelz und Dentin lokalisiert, in schlecht entwickelten Zähnen sind sie häufiger und zahlreicher anzutreffen als in kräftigen, ihre Entstehung verdanken sie einer mangelhaften Verkalkung, das heißt einer Entwicklungsstörung.

Die erste Arbeit, die sich wieder speziell mit diesem Gebiete befaßt, ist eine Veröffentlichung von Fanny Goldberg, die einer eingehenderen Darstellung bedarf, weil sie ein besonders kritisches Eingehen erfordert. Hier muß deshalb die rein berichtende Wiedergabe teilweise durchbrochen werden, insofern nämlich die kritische Betrachtung dieser Veröffentlichung soweit herangezogen werden muß, als sie auch ohne die Resultate der vorliegenden Arbeit geboten erscheint. Goldberg bezeichnet das Auftreten der „Interglobularräume“ als unbedingt regelmäßig. Sie lokalisiert sie „in der Masse des Dentins, etwa in der Mitte zwischen Schmelzrand und Pulpa, der äußeren Kontur des Zahnes folgend“. Diese Verhältnisse treffen nach ihr sowohl für Milchzähne als auch für jugendliche und ältere bleibende Zähne gleichmäßig zu, und zwar bei den bestentwickelten Zähnen am häufigsten. Entsprechend ihren Untersuchungen an 29 Zähnen von Menschen und Tieren glaubt Goldberg „den Schluß ziehen zu können, daß es sich bei der Erscheinung der „Interglobularräume“ um etwas Normales handelt“. Nach dieser Feststellung sucht sie — und das erscheint als der grundlegende Fehler dieser Arbeit —, ganz willkürlich von strukturellen Gesichtspunkten ausgehend, die funktionelle Bedeutung dieser Gebilde zu erklären, ohne sich im geringsten über Form und Inhalt der „Interglobularräume“ Klarheit zu verschaffen. Dieses Fehlen jeder wissenschaftlichen Methodik befremdet um so mehr, als die Literatur dieses Gebietes — und auch Goldberg gibt einen Teil dieser Literatur an — sich wesentlich gerade mit dem Inhalt der „Interglobularräume“ und dessen Struktur befaßt. So erscheint diese Arbeit völlig ohne inneren Zusammenhang zwischen den Beobachtungen im ersten Teil und den schließlichen Endfolgerungen; das wichtigste Glied in der logischen Beweiskette — und damit auch das allein ausschlaggebende — fehlt vollkommen. Denn nachdem Goldberg jetzt richtig folgert: „Wenn sie (die Erscheinung der Interglobularräume nämlich) etwas Normales ist, muß sie auch eine bestimmte funktionelle Bedeutung haben“, läßt sie jede weitere Untersuchung beiseite und beginnt ganz unvermittelt mit dem rein theoretischen Versuch, die „Interglobularräume“ als mechanische Abwehrkräfte des Zahnes zu erklären. Und lediglich, weil diese Gebilde „in den Weg der wirkenden Kräfte“ vom Rande des Zahnes nach der Pulpahöhle zu eingelagert erscheinen, wird gefolgert, daß sie „die Funktion haben, den Druck auf den Zahn auszugleichen, d. h. die Druckwirkung aufzuhalten und in den umgebenden Knochen weiterzuleiten, ehe sie imstande ist, die Pulpa zu irritieren.“ Von dieser völlig unbegründeten Annahme ausgehend — und eine etwas eingehendere Beschäftigung mit der von Goldberg merkwürdigerweise nicht angegebenen Arbeit



von Gebhardt „Über den funktionellen Bau einiger Zähne“, die gerade ihr besonders gute Dienste hätte leisten können, zeigt, wie schwierig diese „mechanische Anordnung der Struktureinheiten in den Zähnen“ liegt — wird ohne jede Begründung und rein theoretisch geschlossen, daß die „Interglobularräume“ Hohlräume darstellen, die mit Flüssigkeit ausgefüllt sind. Eine weitere, ebenso theoretisch-mechanische Erwägung zeigt, daß die in den „Interglobularräumen“ vorhandene Flüssigkeit zur Erfüllung der angenommenen Funktion kompressibel sein muß, und so scheint es nicht verwunderlich, daß Goldberg zu dem Ergebnis kommt, die „Interglobularräume“ seien erstens ein „regelmäßiger und normaler Befund aller menschlichen“ und der von ihr genannten Tierzähne. Dazu ist zu sagen, daß meiner Ansicht nach die Untersuchung von 15 menschlichen Zähnen nicht ohne weiteres genügt, um einen „regelmäßigen und normalen Befund“ festzustellen, zumal die untersuchten Zähne lediglich nach dem Alter, jedoch nicht nach ihrer mehr oder minder kräftigen Struktur untersucht worden zu sein scheinen. Der zweite Teil des Ergebnisses der Goldbergschen Arbeit wird dahin zusammengefaßt, daß die „Interglobularräume“ „in elastischer Wandung kompressible Flüssigkeit enthalten und zum Druckausgleich zweckmäßig angeordnete Hohlräume in der festen Zahnschubstanz darstellen“. Daß dieses Ergebnis ein gänzlich willkürliches ist, glaube ich bereits bewiesen zu haben. Denn irgendwelche histologischen Untersuchungen liegen ihm ebensowenig zugrunde, wie die exakte Durcharbeitung der Literatur dieses Gebietes. W. Meyer-Breslau hat denn auch bald auf die Fehlerquellen der Goldbergschen Arbeit hingewiesen und eine klare Darstellung der „Interglobularräume“ gebracht, soweit es sich um deren Struktur handelt. Er hat durch eigene Mikrophotogramme die Ansicht der meisten Autoren auf diesem Gebiete als richtig erwiesen, wonach die „Interglobularräume“ unverkalkte Grundsubstanz und diese durchziehende Dentinkanälchen enthalten, also bis auf die Kalksalze sämtliche Bestandteile normalen Dentins. Er hat erneut auf die Verkalkungsmöglichkeit dieser Gebilde hingewiesen und die besonders intensive Kalkfärbung der Randpartien des sie umgebenden Dentins gezeigt. Nach ihm erscheinen die Dentinkanälchen in ihnen an manchen Stellen erweitert, ohne daß dies ein regelmäßiger Befund wäre. Er hat ferner als Fehlerquelle der Goldbergschen Arbeit die lückenhafte Literaturkenntnis und die ungenügende Technik bezeichnet, und erneut darauf aufmerksam gemacht, daß der Begriff „Interglobularräume“ falsch und irreführend ist. Er schlägt deshalb für diese Gebilde den Namen „Interglobulardentin“ vor.

Dieser Darstellung der Literatur über die eigentlichen „Interglobularräume“ muß eine solche über die sog. „Tomessche Körnerschicht“ gesondert folgen, weil eine Anzahl Autoren diese als nicht mit den „Interglobularräumen“ identisch ansieht. Ich kann hier die bisherige historische Darstellung verlassen, da nur die Abweichungen von der allgemeinen Ansicht beschrieben zu werden brauchen. Diese geht dahin, daß die Tomessche Körnerschicht regelmäßig auftritt, daß sie eine Schicht kleiner und kleinster „Interglobularräume“ darstellt. Uneinigkeit besteht bei diesen Autoren im wesentlichen nur über die Endigungen der Dentinkanälchen in der Wurzel. So spricht Waldeyer von ihrem „Übergehen in die Tomessche Körnerschicht“, Wetzel von ihrer „Endigung an der Tomesschen Körnerschicht“, während Hertz und Hoehl

ein „teilweises Übergehen“, Kantorowicz ein „Hineinragen in die Tomessche Körnerschicht“ beschreiben und Morgenstern und die anderen Autoren keinerlei Unterschied zwischen ihr und den „Interglobularräumen“ machen. Lediglich Hannover und Rudas von den älteren, Walkhoff und Hanazawa von den neueren Autoren nehmen gegenüber der Tomesschen Körnerschicht eine prinzipiell andere Stellungnahme ein.

Hannover identifiziert die Tomessche Körnerschicht mit seinem „Stratum intermedium“, einem „ursprünglich hellen, strukturlosen Saum, in den grobkörnige und undurchsichtige Kalkmassen sich ablagern“. Dieses stellt den Wurzelteil der „Membrana intermedia“, als die er Köllikers „Schmelzoberhäutchen“ bezeichnet, dar, und wird von ihm als Regelmäßigkeit beschrieben und in Präparaten gezeigt.

Rudas ist der Ansicht, daß die Körnerschicht nicht mit den „Interglobularräumen“ identisch sei, von denen sie sich in „Form, Art und Entstehungsursache ebenso wie in dem mikroskopischen Bild“ unterscheidet. Nach ihm kommen in ihr — im Gegensatz zu den „Interglobularräumen“ — Zellen vor, ferner hängt sie mit dem Zement enger zusammen, als mit dem Dentin, weshalb sie als erste Schicht des Zementes anzusprechen sei. Auch setzen sich die Dentinröhrchen nach ihr nicht fort. In seiner zweiten Arbeit stellt er die Behauptung auf, die Körnerschicht stamme „von den peripherischen Pulpazellen bzw. von Leukozyten“ der Pulpa. Dort findet sich auch die Angabe, daß eine „dicke Tomessche Körnerschicht sich oft auch in der Krone“ findet.

Walkhoff bezeichnet die Tomessche Körnerschicht „nur als ein Fortbestehen der ersten Entwicklungsstufen des verkalkenden Dentins“ und stellt fest, daß „ihr Vorkommen infolge später erfolgter gänzlicher Verkalkung wenigstens in gut ausgebildeten Zähnen durchaus nicht konstant ist“. In den Kronen der menschlichen Zähne verschwindet sie nach seinen Angaben „oft schon während der Entwicklung des Schmelzes“, während sie in Tierzähnen auch in den Kronen sehr häufig anzutreffen sei.

Hanazawa endlich ist gleichfalls der Ansicht, daß die Tomessche Körnerschicht „nicht eine Gruppe kleiner „Interglobularräume“ ist“. Bei der Mehrzahl der Körnchen fehle die typische Begrenzung durch regelmäßig gebogene Linien, die Formen seien unregelmäßig birn-, keulen-, sternförmig, auch vieleckig mit Fortsätzen wie Knochenhöhlen. Sie seien zudem alle mit den Endigungen der Dentinröhrchen verbunden. Ihre Farbe an Schlifflinien sei dunkel wie die der Dentinröhrchen, während doch die „Interglobularräume“ hell und strukturlos erscheinen, auch stimme ihre Anordnung nicht wie die der „Interglobularräume“ mit Verlauf und Richtung der Dentinlamellen überein. Sie sei „deshalb wohl nichts weiter als die Schicht, in der die Dentinröhrchen und Dentinfasern endigen“, und dürfe „keineswegs mit den „Interglobularräumen“ in Parallele gestellt werden“. Er vergleicht sie mit den Schmelzspindeln an der Schmelz-Dentingrenze und stellt weiter fest, daß ihre Infektion durch Bakterien — gleichfalls im Gegensatz zu den „Interglobularräumen“ — sehr selten ist.

Im Vorhergehenden ist lediglich die einschlägige Literatur wiedergegeben, soweit sie sich speziell mit „Interglobularräumen“ und „Tomesscher Körnerschicht“ befaßt. Die außerdem zu berücksichtigende Literatur, insbesondere über die Dentinentwicklung, soll dann jeweilig an der geeigneten Stelle der

nachfolgenden Untersuchungen angeführt und behandelt werden, soweit es im Rahmen dieser Arbeit notwendig oder angezeigt erscheint.

## II.

Vor der Schilderung der eigenen Untersuchungen und deren Ergebnissen ist es noch notwendig, die angewandten technischen Methoden darzulegen und die durch die Umstände bedingten Grenzen dieser Arbeit kurz aufzuzeigen. Die Anfertigung der Schriffe erfolgte im wesentlichen nach den Angaben von W. Meyer-Breslau. Die Zähne wurden zunächst ihrer Länge nach nicht ganz bis zur Hälfte in auf Holzklötzchen befindlichen Siegelack, der besonders rein und klebekräftig sein muß, so eingebettet, daß die Zahnachse der Grundfläche des Holzklötzchens parallel lag, sodann in diesem Zustand bis zur Eröffnung der Pulpahöhle auf rotierendem Karborundstein ab- und nach Meyers Angaben auf Spiegelglasscheiben in Schmirgelpulverbrei glattgeschliffen, dann wurden die Präparate aus dem Siegelack entfernt, die Schleifflächen gut gereinigt und die Schriffe mit diesen in erwärmtem glashartem Kanadabalsam auf angerauhten Objektträgern gut befestigt und auf dieselbe Art zu genügender Dünne geschliffen. Die Mehrzahl der Schriffe wurde in ungefärbtem Zustand untersucht, da sie nur zur Feststellung des Vorkommens und der Lage der „Interglobularräume“ benötigt wurde, eine Anzahl Schriffe wurde, gleichfalls nach Meyers Angaben, gefärbt, einige nach Fixieren in Formalin feucht geschliffen und präpariert. Zur Kontrolle der Ergebnisse wurde eine Anzahl von gefärbten Schnitt-Präparaten herangezogen. Leider mußte es aus Zeitmangel unterbleiben, die Methoden einiger älterer Autoren, insbesondere Morgensterns nachzuprüfen und zu Vergleichen heranzuziehen, wie es auch nicht versucht werden konnte, andere Methoden der Präparation und Färbung, die vielleicht zu einem besseren Erfolge hätten führen können, ausfindig zu machen. Es muß hier auch noch betont werden, daß die Angaben über Dentinentwicklung sämtlich nicht auf eigenen Untersuchungen beruhen, dabei sind lediglich die Angaben der neueren Literatur zugrunde gelegt worden. Daß gerade die Histogenese des Dentins für die vorliegende Untersuchung von wesentlicher Bedeutung sein kann, und daß diese bisher — auch die vorliegende Arbeit macht keine Ausnahme davon — viel zu wenig, ja fast gar nicht zur Klärung dieser Verhältnisse herangezogen wurde, sei besonders hervorgehoben. Andererseits sei hier der Vermutung Ausdruck gegeben, daß gerade die genaue Untersuchung dieser bisher mindestens histogenetisch völlig ungeklärten Gebilde neue Gesichtspunkte für die Beurteilung der gesamten Dentin- und Zahnentwicklung aufweisen kann.

Das gesamte Untersuchungsmaterial für die vorliegende Arbeit beläuft sich ohne Einrechnung der zugezogenen Schnittpräparate auf 110 Zähne, von diesen sind 75 menschlichen und 35 tierischen Ursprungs; von den ersteren wiederum stehen bei 30 Stück Alter und Struktur fest, ebensoviel wurden im gefärbten Zustand untersucht; bei den tierischen Zähnen erübrigte sich im allgemeinen eine besondere Berücksichtigung der verschiedenen Gattungen; zur Untersuchung lagen Zähne von folgenden Tieren vor: Affe (Rhesus), Katze, Iltis, Wiesel, Wolf, Hund, Fuchs, Eichhörnchen, Hase, Pferd, Schwein, Rind, Schaf, Ziege, Reh und Hecht.

Über das Vorkommen der sog. „Interglobularräume“ ergab sich

nun, daß irgendwelche Normen nicht zu finden sind. Jedoch steht es fest, daß sie in tierischen Zähnen in weit geringerem Maße und Umfang anzutreffen sind als in menschlichen. Während ich bei den letzteren die Angabe Köllikers, daß „die „Interglobularräume“ sozusagen in keinem Zahn ganz fehlen“ unbedingt bestätigt fand, und während sie in diesen in einer ganzen Anzahl von Fällen wundervoll ausgeprägt sind und als breite Streifen durch die ganze Krone ziehen, treten sie in den tierischen Zähnen viel vereinzelter auf, in ungefähr 35% der untersuchten Tierzähne waren sie überhaupt nicht oder nur ganz klein und vereinzelt anzutreffen, in keinem einzigen jedoch in dem Maße, das als Durchschnitt der untersuchten menschlichen Zähne gelten kann. Dabei spielt die Gattung, soweit sich dies nach dem relativ geringen Material sagen läßt, keine Rolle. Es erscheint jedoch wesentlich, in diesem Zusammenhang die Zähne von Halbaffen, Menschenaffen sowie niederen Menschenrassen einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen.

Die menschlichen Zähne — als Material standen allerdings nur in dem Breslauer Zahnärztlichen Universitätsinstitut extrahierte Zähne zur Verfügung — weisen, wie gesagt, die „Interglobularräume“ fast ausnahmslos auf. In den meisten Zähnen sind sie so ausgeprägt, daß sie selbst bei schwacher Vergrößerung — es empfiehlt sich freilich eine mäßige Abblendung zur deutlichen Sichtbarmachung — ohne jede Schwierigkeit nachzuweisen sind; hierbei sei bemerkt, daß dies in ungefärbten Schlifften wesentlich leichter und schneller geht, als in gefärbten. Interessant war es, bei der Untersuchung die Zähne nach ihren Arten zu sondern; es ergab sich dabei, daß die Eckzähne fast allgemein die größte Ausdehnung der „Interglobularräume“ aufweisen, Schneidezähne und Molaren zeigen — mit einer schwachen Bevorzugung der ersteren — dann ungefähr das gleiche Bild bezüglich des Vorkommens, während die Prämolaren in letzter Reihe zu nennen sind. Die Milchzähne — hier konnten naturgemäß fast nur Molaren untersucht werden — besitzen zahlreichere Reihen von „Interglobularräumen“, die in ihnen an Umfang, freilich auch relativ, ziemlich klein sind. Es wäre jedoch verfehlt, diese Ergebnisse, die höchstwahrscheinlich lediglich auf die — zufällige — Zusammensetzung des Materials zurückzuführen sind, nach irgendeiner Seite hin auswerten zu wollen. Dazu wären weit ausgedehntere Untersuchungen, die ganz speziell die Zahnarten betreffen, erforderlich. Auch diese würden jedoch meiner Ansicht nach zu keinem Ergebnis führen, da ja die entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse bei allen Zähnen die gleichen sind.

Auch die Struktur der Zähne ist bei diesen Untersuchungen berücksichtigt worden. Die ganz verschiedenen Angaben der vorhergehenden Autoren lassen ebenso wie das eigene Material erkennen, daß diese ebenfalls nicht von irgendwie ausschlaggebender Bedeutung sein kann. Meine Untersuchungen bestätigen jedenfalls die teilweise bestehenden Ansichten keineswegs, denn zum Teil ist das Vorkommen und die Ausdehnung der „Interglobularräume“ in prachtvollen, kräftigen und durchaus gesunden Zähnen zahlreicher und häufiger als in schwachen, wie sich andererseits auch die umgekehrten Verhältnisse belegen lassen.

Betreffs der Beziehungen zwischen dem Auftreten der „Interglobularräume“ und dem Alter der betreffenden Zähne ließen sich einwandfreie Resultate nicht

erzielen, hierfür ist das vorliegende Material gleichfalls doch wohl noch nicht umfangreich genug. Es ist jedoch offensichtlich, daß hier die Möglichkeit einer späteren Verkalkung dadurch erwiesen wird, daß jugendliche Zähne und insbesondere solche von 15—20jährigen Personen die schönsten und kräftigsten Zeichnungen der „Interglobularräume“ aufwiesen, während die Zähne älterer Individuen sowohl an Schärfe der Begrenzungslinien und Homogenität ihres Inhaltes wie auch an Zahl und Vollständigkeit der durch die „Interglobularräume“ gebildeten Streifen bestimmt zurückstehen. In ihnen sieht man dafür öfters kugelsegmentförmige Linien im Dentin, die wohl mit Recht als Begrenzungslinien früher vorhandener „Interglobularräume“ gedeutet werden können (vgl. oben Waldeyer).

Bezüglich des Vorkommens der Tomesschen Körnerschicht erscheint mir die Ansicht Walkhoffs unbedingt richtig, der ihr Auftreten als „keineswegs konstant“ schildert. Insbesondere ist es mir aufgefallen, daß sie in ein- und demselben Zahn bezüglich ihrer Länge und Dicke variieren kann, ja, daß sie in manchen Zähnen sogar eine Unterbrechung erfährt. Einzelnen Zähnen fehlt sie vollkommen, und auch hier sind es wieder die tierischen Zähne, bei denen dies am häufigsten auftritt. Genaue Angaben lassen sich hier noch weniger ermitteln als bei den „Interglobularräumen“, und ich habe deshalb auf statistische oder prozentuale Darstellung ganz verzichtet.

Neben der Häufigkeit des Vorkommens der „Interglobularräume“ und der Tomesschen Körnerschicht ist dann die Lokalisation dieser Schichten im Zahn Gegenstand der Untersuchungen gewesen. Hier muß zunächst erwähnt werden, daß fast ausschließlich nur ein größerer Streifen von „Interglobularräumen“ in jedem menschlichen Zahn nachzuweisen ist. Dieser verläuft, wie Morgenstern richtig angegeben hat, längs der Grenze von Schmelz und Dentin, jedoch in einem bestimmten Abstand von ihr bleibend. Bei Schneide- und Eckzähnen ist dieser Streifen meistens an der Stelle der Dentinspitze, bei Prämolaren und Molaren jedoch häufiger an der der Fissuren des Zahnes unterbrochen. Gegen den Zahnhals rückt er ein wenig nach außen. Dieser selbst ist keineswegs — wie Goldberg angibt — stets frei von „Interglobularräumen“, in einer ganzen Anzahl von Zähnen ziehen diese vielmehr durch das Gebiet des Zahnhalses hindurch, um dann unmittelbar in die Tomessche Körnerschicht überzugehen, oder, vor dieser herziehend, mehr oder weniger weit in die Wurzel hineinzufragen.

Abgesehen von diesem Streifen sieht man gelegentlich, und zwar fast ausschließlich in Milchzähnen, noch einen zweiten, meist etwas schmäleren Streifen, in der Mitte des Dentins, parallel dem äußeren, entlangziehen. In einigen Zähnen konnte auch ein solcher Streifen in dem Dentin der Wurzel, vor der Tomesschen Körnerschicht sich hinziehend, nachgewiesen werden (s. Abb. 1c.). Vereinzelt Interglobularräume liegen ferner noch an verschiedenen Stellen, besonders in jugendlichen Zähnen, ihr Auftreten ist jedoch sehr gering, ihre Ausdehnung meistens ebenso, so daß sie für die vorliegenden Untersuchungen kaum von Bedeutung sein können.

Die Lokalisation der Tomesschen Körnerschicht in der äußersten Lage des Dentins der Wurzel steht einwandfrei fest, so daß sich hier eine Darlegung

dieser Verhältnisse erübrigt. Darauf wird im Verlaufe dieser Arbeit bei der Besprechung ihrer Struktur noch etwas näher einzugehen sein.

Die spezielle Anatomie, auf die sich meine Untersuchungen natürlich gleichfalls erstrecken mußten, ist zu wenig Gegenstand eines Meinungsstreites gewesen, um hier noch einmal bewiesen werden zu müssen. Seit 1852 steht es fest, daß ihr Inhalt nichts anderes ist als Dentigrundsubstanz, sich also von dem normalen Dentin lediglich durch das Fehlen der Kalksalze unterscheidet. Sie sind demnach — und auch darüber herrscht unter den neuen und neueren

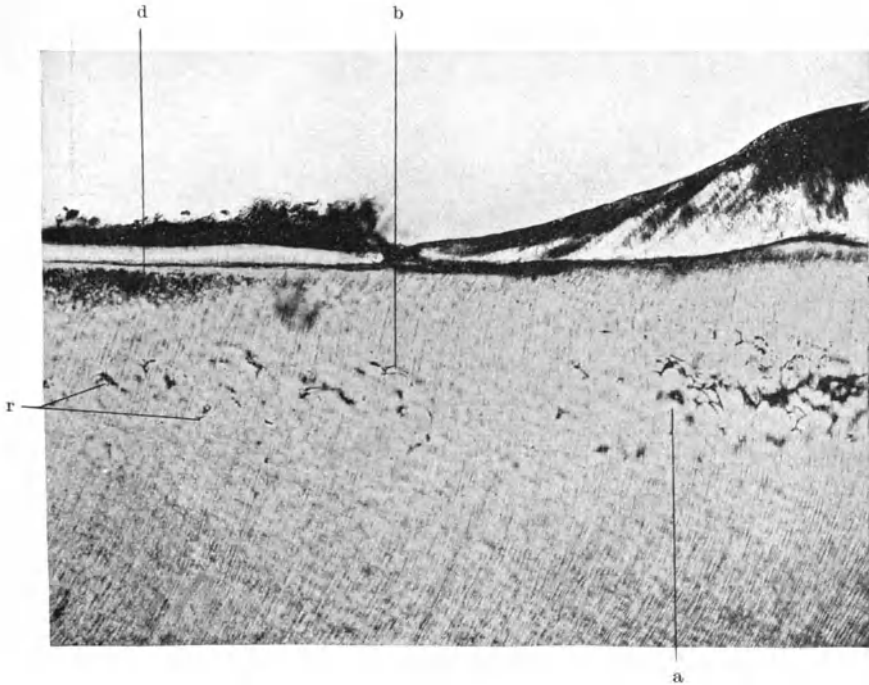


Abb. 1. Jugendlicher menschlicher Eckzahn: a) Ende des Interglobularstreifens der Krone. b) Nachweis der „Interglobularräume“ am Zahnhals. c) Fortsetzung des Interglobularstreifens der Krone in der Wurzel. d) Tomessehe Körnerschicht.

Autoren, freilich mit Ausnahme von Goldberg, Einigkeit — von den Dentinkanälchen durchzogen. Meyer hat ja neuerdings durch seine Mikrographien diese Ansicht vollkommen bestätigt. Daß diese Bilder gleichfalls die nachträgliche Verkalkungsmöglichkeit der „Interglobularräume“ klar darlegen, ist von ihm ebenfalls erwähnt worden, wie sie auch die starke Anhäufung von Kalksalzen in ihren Begrenzungslinien deutlich hervortreten lassen. Ob diese starke Randfärbung jedoch auf eine weniger gute organische Bindung der Kalksalze schließen läßt, erscheint mir noch zweifelhaft, mindestens besteht daneben auch die Möglichkeit, daß an diesen Stellen des Dentins gerade eine stärkere, freilich anormale Anlagerung von Kalksalzen stattgefunden hat, die dadurch bedingt ist, daß der Substanz des „Interglobularraumes“ die Verkalkungstendenz fehlt und deshalb die Kalksalze in dem umgebenden Grenz-dentin angehäuft werden. Die Begrenzung der „Interglobularräume“ besteht,

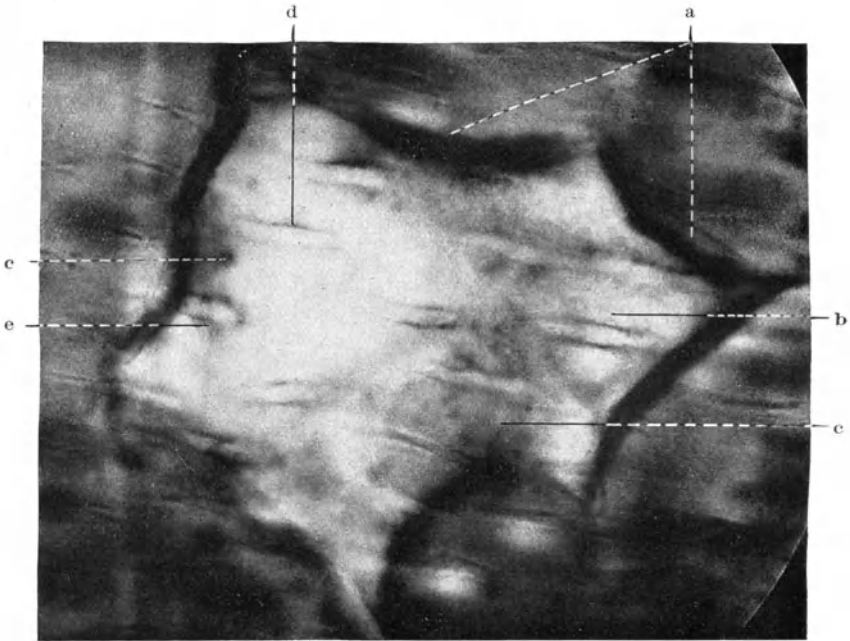


Abb. 2. (Aus Meyer: „Über die sog. Interglobularräume des Dentins“. D.M. f. Z. 1925 Heft I.)



Abb. 3. (Aus Meyer: „Über die sog. Interglobularräume des Dentins“. D.M. f. Z. 1295 S. 177.)

was ja gleichfalls feststeht, aus Kreisbögen, die von den Kugeln herrühren, in denen die Verkalkung des Dentins vor sich geht. Ich lasse hier, im wesentlichen nur, um ein wirklich vollständiges Bild dieser Gebilde zu geben, die beiden mir von Herrn Privatdozenten Dr. W. Meyer freundlichst zur Verfügung gestellten Abbildungen mit einer dritten, noch nicht veröffentlichten, folgen (Abb. 2—4). Sie zeigen die typischen Begrenzungslinien durch Kreisabschnitte (bei a), den der Dentingrundsubstanz analogen Inhalt (bei b), der an einzelnen Stellen beginnende Verkalkung aufweist (bei c), ferner die Dentinkanälchen, die durch die „Interglobularräume“ hindurchziehen (bei d) und

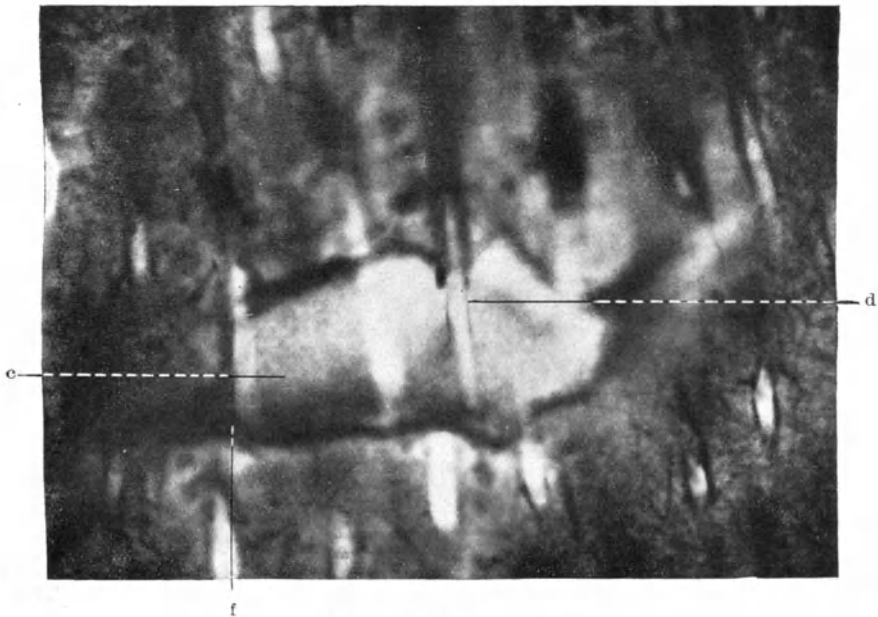


Abb. 4. Abb. 2—4: Erläuterungen s. Text!

teilweise etwas erweitert erscheinen (bei e), sowie die intensive Kalkfärbung der Randpartien des umgebenden Dentins (bei a und f).

Hier sei auch zugleich die Ansicht einiger Autoren bestätigt, die die „Interglobularräume“ als Stellen geringeren Widerstandes gegenüber dem Vordringen der Karies bzw. der Bakterien bezeichnen. Denn es ist selbstverständlich, daß dort, wo die Kalksalze nicht erst gelöst zu werden brauchen, dieses Vordringen wesentlich erleichtert ist.

Bezüglich der Struktur der Tomesschen Körnerschicht sind gerade in neuerer Zeit Arbeiten veröffentlicht worden, die ihre Gleichheit mit den „Interglobularräumen“ nicht anerkennen. Der hauptsächlichste Grund für diese Ansicht ist wohl darin zu suchen, daß gerade die Endigungen der Dentinkanälchen der Wurzel in dieser Schicht zu liegen scheinen; dazu kommt noch, daß die überaus kleinen Gebilde, aus denen sich die Tomessche Körnerschicht zusammensetzt, so kleinen Umfang besitzen, daß die Begrenzung keineswegs leicht als aus Kugelsegmenten bestehend angesprochen werden kann. Wenn man ferner



die bestehende Verkalkungsmöglichkeit dieser Gewebe in Betracht zieht, so ist es einleuchtend, daß die Formen dieser Schicht bedeutend unregelmäßiger und mannigfacher erscheinen müssen, als die der großen und nicht so eng und zahlreich zusammen vorkommenden „Interglobularräume“. Auch muß unbedingt hervorgehoben werden, daß gerade diese Schicht kleinster Gebilde der mikroskopischen Betrachtung besondere Schwierigkeiten entgegenstellt, da in ihr naturgemäß alle unvermeidlichen Brechungs- und Interferenzerscheinungen das Bild außerordentlich beeinflussen müssen. Gleichwohl glaube ich, durch die beigelegten Mikrophotographien (Abb. 5 und 6) einwandfrei beweisen zu können, daß die Ansicht, die Tomessche Körnerschicht sei mit den „Interglobularräumen“ nicht identisch, nicht zutrifft. — Hanazawa begründet diese Ansicht am ausführlichsten (s. oben), so daß ich hier vor allem auf seine Argumente eingehen will. Er stützt seine Ansicht zunächst darauf, daß die Formen der Körnerschicht von denen der „Interglobularräume“ wesentlich abweichen. Schon oben ist dargelegt worden, wie viele Punkte bei der Betrachtung beachtet werden müssen. Vergleicht man die beigegebenen Bilder der „Interglobularräume“ und der Körnerschicht miteinander und bemüht sich, die Größenunterschiede zu vergessen und sich lediglich die Formen einzuprägen, so findet man mindestens eine bedeutende Ähnlichkeit, ja in einzelnen Teilen eine Parallelität, die fast als Kongruenz angesprochen werden kann. Zudem zeigen die größeren Gebilde der Körnerschicht (s. Abb. 5 und 6 bei a) genau die typischen kreisförmigen Begrenzungslinien der „Interglobularräume“. Die von Hanazawa als Fortsätze geschilderten Gebilde scheinen mir nichts anderes zu sein als die lang ausgezogenen Ecken, die die einzelnen Zwischenkugelbezirke ganz ebenso wie bei den großen der Krone verbinden, und durch die Größe der Dentinkugeln des umgebenden Dentins bestimmt sind. Je kleiner die einzelnen Gebilde werden, desto unregelmäßiger und in der Form weniger ausgeprägt erscheinen sie dem menschlichen Auge. Irgendeine Ähnlichkeit mit den Fortsätzen der Knochenhöhlen, die Hanazawa betont, erscheint mir nicht gegeben. Die Frage der Dentinkanälchen in dieser Schicht ist ein weiterer strittiger Punkt. Es ist mir nicht gelungen, das Vorhandensein von Dentinkanälchen in den Räumen der Körnerschicht nachzuweisen; dagegen konnte ich feststellen (bei b), daß die Dentinkanälchen nicht in ihnen endigen, sondern nur in ihrem Verlauf unterbrochen zu sein scheinen. Denn sie setzen sich hinter ihnen in ihrer ursprünglichen Verlaufsrichtung fort. Zieht man hier wiederum die Schwierigkeiten der Untersuchung solcher kleinsten Teile in Betracht und bedenkt man gleichzeitig, daß auch der Nachweis der Dentinkanälchen in den großen „Interglobularräumen“ infolge ihrer hier weniger scharfen Markierung keineswegs leicht ist und lange Zeit zu schwankenden Ansichten geführt hat (s. den literarischen Teil dieser Arbeit), so glaube ich bewiesen zu haben, daß die Dentinkanälchen keineswegs in den Gebilden der Tomesschen Körnerschicht ihr Ende finden, sondern auch durch sie hindurchziehen. Die Angabe Hanazawas, daß die Farbe der Körnerschicht dunkler sei als die der „Interglobularräume“, kann ich bestätigen, jedoch zeigt Abb. 1 wohl ziemlich einwandfrei, daß diese lediglich durch die Anhäufung zustande kommt. Die Feststellung, daß die Randpartien der „Interglobularräume“ sich wesentlich intensiver färben und die Überlegung, daß diese Randpartien bei

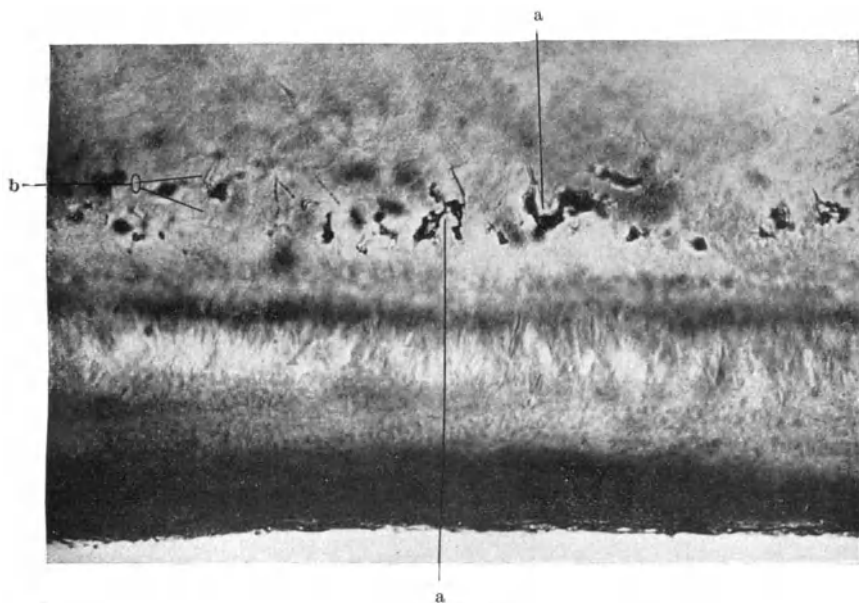


Abb. 5.

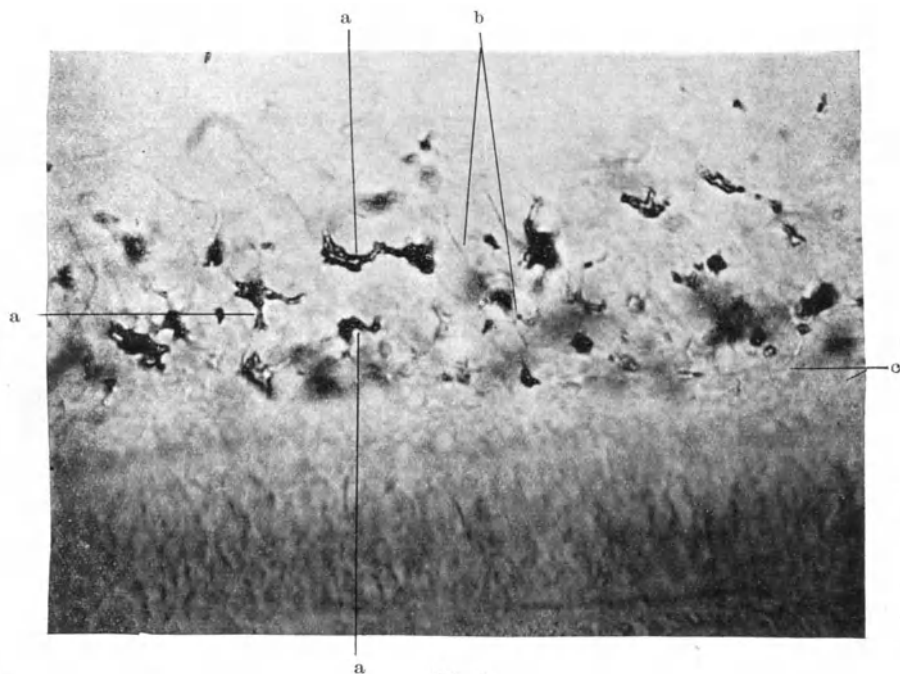


Abb. 6.

Abb. 5 und 6. Tomessche Körnerschicht. a) Typische kreisförmige Begrenzung. b) Dentinkanälchen, deren Verlauf durch die Gebilde der Körnerschicht unterbrochen erscheint. c) Dentinkanälchen hinter der Körnerschicht.

der Körnerschicht im Verhältnis zu der ganzen Ausdehnung der unverkalkten Bezirke sehr große Ausdehnung besitzen, scheinen mir die Erklärung dieser Tatsache noch zu bestätigen. Die Widerlegung der Ansicht Hanazawas, daß die Anordnung der Körnerschicht nicht wie die der „Interglobularräume“ mit Verlauf und Richtung der Dentinlamellen übereinstimme, ist genau so schwierig oder vielmehr mit unseren heutigen optischen und technischen Hilfsmitteln aussichtslos, wie ihr Beweis; ich muß es mir deshalb mangels genügend klarer Darstellungsmöglichkeiten versagen, darauf des näheren einzugehen.

Es muß sich also bei der Tomesschen Körnerschicht entgegen der Ansicht Hanazawas und einiger anderer Autoren doch um ein Gebilde handeln, das als durchaus identisch mit den „Interglobularräumen“ anzusehen ist. Darauf scheinen mir auch die in dieser Hinsicht wohl durchaus richtigen Angaben Morgensterns hinzuweisen. Die Frage der Endigung der Dentinkanälchen in dem Bereich der Wurzel ist sodann dahingehend zu beantworten, daß diese mit den Gebilden der Körnerschicht in keinerlei Zusammenhang stehen. Denn diese verhält sich ihnen gegenüber genau so wie die „Interglobularräume“ selbst. Da jedoch diese Schicht an der äußersten Grenze des Dentins liegt, kann wohl die Ansicht von Kantorowicz als am meisten zutreffend bezeichnet werden, nach der die Dentinkanälchen „in die Tomessche Körnerschicht hineinragen“. Es besteht jedoch keineswegs ein ursächlicher oder anatomischer Zusammenhang zwischen ihnen, sondern es ist eine lediglich durch die engen Verhältnisse in der Zahnwurzel bedingte Erscheinung, die dahin aufzufassen ist, daß die Tomessche Körnerschicht und die Endigungsschicht der Dentinkanälchen gewissermaßen aufeinanderfallen und dadurch zu einer Schicht vereinigt erscheinen. Über diese Fragen hinaus erstreckten sich meine Untersuchungen der Körnerschicht auch auf die Frage, ob zwischen ihr und den verschiedenen Arten des Zements ein Zusammenhang besteht. Diese Frage glaube ich nach den bisherigen Untersuchungen verneinen zu müssen; denn ihr Vorkommen verhält sich an den Stellen, wo Faserzement vorhanden ist, genau ebenso, wie gegenüber den Stellen mit Osteozement. Lediglich dort, wo offensichtlich nach Resorption des primären Zementes auch das Dentin dieser Schicht abgebaut worden ist, ist damit auch die Körnerschicht verschwunden. Irgendwelche positiven Ergebnisse sind bei diesem Teil der Untersuchungen also nicht zu verzeichnen.

Wenn man sich nun auf Grund der mitgeteilten Literaturangaben sowie der angestellten Untersuchungen ein abschließendes Urteil über Wesen, Bedeutung und Entwicklungsgeschichte der „Interglobularräume“ und der Tomesschen Körnerschicht bilden will, so muß zunächst betont werden, daß irgendwelche neuen, unbedingt feststehenden Angaben kaum gemacht werden können.

Zu dem ersten dieser drei Punkte, der am klarsten liegt, kann allerdings als bewiesen gelten, daß die „Interglobularräume“ einen normalen Befund im menschlichen Zahn darstellen. Auch Form und Struktur dieser Gebilde stehen einwandfrei fest. Hier wäre lediglich die Notwendigkeit, die bereits Meyer hervorgehoben hat, nochmals stark zu betonen, eine Umbenennung vorzunehmen. Denn, wie die Arbeit von Goldberg beweist, werden auch heute noch durch den Namen „Interglobularräume“ recht verworrene Anschauungen hervorgerufen. Die Bezeichnung „Interglobularfelder“, die Rudas vorschlug,

ist unlogisch und deshalb zu verwerfen; denn es handelt sich hier nicht um irgendwelche Flächengebilde, sondern um solche räumlichen Umfanges, dieser Name ist also noch viel weniger zutreffend als der leider auch heute noch allgemein übliche. Hannover hat bereits an der Bezeichnung „Interglobularräume“ Kritik geübt und Waldeyer gebraucht teilweise wenigstens den Ausdruck „Interglobularsubstanz“, der logisch einwandfrei ist. Um nun aber endgültig mit der Vorstellung zu brechen, daß es sich bei diesen Gebilden etwa um Hohlräume handelt, erscheint mir eine Änderung der althergebrachten Nomenklatur unbedingt notwendig. Als glücklichste Lösung dafür erscheint mir die von Meyer gewählte Bezeichnung „Interglobulardentin“, die eine noch prägnantere Vorstellung des Wesens und der Struktur vermittelt als die Waldeyersche Benennung. Ich möchte deshalb durch diese Arbeit das Meine dazu beitragen, die alte Bezeichnung, die aus diesem Grunde in der vorliegenden Arbeit stets in Anführungsstriche gesetzt ist, auszumerzen. In wissenschaftlichen Fragen darf nichts die klare und eindeutige Vorstellung beeinträchtigen, es kann und darf deshalb für uns keine „Interglobularräume“ geben, wir sollen fortan nur noch von „Interglobulardentin“ sprechen!

Die Bedeutung dieses Interglobularentins zu finden, ist bisher nicht gelungen. Denn die Morgensternsche Ansicht, daß es sich hier um einen Teil des Lymphsystems handelt, ist nach der Struktur dieses Gebildes ausgeschlossen. Und die Goldbergsche Ansicht, daß es sich um mechanische Abwehrkräfte des Dentins und damit des Zahnes, um Stoßkissen handelt, ist nichts als eine bloße Theorie, die bei den vorhandenen anatomischen Verhältnissen als völlig unhaltbar bezeichnet werden muß. Dazu kommt noch, daß dieses Interglobulardentin keineswegs so angeordnet ist, daß es dem von Goldberg selbst gegebenen Schema der Kraftlinien bei Stoß und Druck Genüge leistet. Denn es liegt nicht in den dort richtig gezeichneten Bogenlinien, die nach der Schmelz- und Wurzel-Dentingrenze geöffnet sind, sondern in der Krone gerade umgekehrt, in der Wurzel im besten Falle als Sekante zu ihnen. Ferner ist, wie Gebhardt nachgewiesen hat, die Zugfestigkeit unverkalkten Gewebes nur minimal größer als die des verkalkten, die Biegungs- und Strebfestigkeit dagegen bedeutend geringer. Irgendwelche mechanischen Gesichtspunkte müssen also bei der Betrachtung der Funktion des „Interglobularentins“ ausscheiden. Dagegen führt die Morgensternsche Theorie vielleicht auf ein Gebiet, das eher in dem Bereich der Möglichkeit liegt. Wenn auch eine Zugehörigkeit des Interglobularentins zum Lymphsystem verneint werden muß, so ist doch mindestens die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß sie, ebenso wie die Tomesschen Fasern, dem Säfteaustausch dienen können. In diesem Falle wäre es möglich, sie bei der außerordentlich komplizierten Säfteversorgung des Dentins, bzw. der Hartsubstanzen des Zahnes überhaupt, als Nahrungsmittelspeicher für diese anzusprechen. Diese Frage der Ernährung der Hartsubstanzen ist jedoch noch so überaus ungeklärt, daß auch nur irgendein Anhaltspunkt für diese Möglichkeit nicht gegeben werden kann, wenn sie mir auch wert erscheint, im Auge behalten zu werden.

Bezüglich der Histogenese des Interglobularentins schließlich muß zunächst Kollmann noch einmal erwähnt werden, der ihre Entstehung auf eine zeitweilige Teilfunktion einiger weniger Odontoblasten zurückführt. Abgesehen

davon, daß die Kollmannsche Theorie der Dentinentwicklung heute als endgültig überholt angesehen werden muß, wäre dagegen unbedingt einzuwenden, daß dann das Interglobulardentin sich keineswegs als breite, aus einzelnen Zwischenkugelbezirken bestehende Streifen durch die ganze Krone ziehen könnte. Auch die Morgensternsche Theorie der Entstehung des Interglobulardentins aus Kapillaren des Zahnkeims scheitert an ihrer tatsächlichen Lokalisation, da ich säulenförmige, von der Pulpa nach der Schmelzgrenze ziehende Zeichnungen in keinem Falle nachweisen konnte, und da das Interglobulardentin in Streifen gelagert ist, die ganz deutlich fast parallel zur Pulpaoberfläche verlaufen und nirgends die Tendenz zeigen, in Säulen- oder Arkadenform sich der Pulpa zu nähern. Dagegen erscheint mir die Ansicht Walkhoffs über die Histogenese der Zahnsubstanzen eine Möglichkeit aufzuweisen, die zu einer Klärung dieser Verhältnisse führen kann. Wenn ich auch eine ausgesprochene Körnerschicht an der Schmelz-Dentingrenze nicht einwandfrei beobachten konnte, so glaube ich doch, an dieser Stelle in einigen Fällen die von ihm beschriebenen kugligen Zeichnungen, die auf einer Ausbuchtung durch Resorption beruhen, und die doppelt gezackt erscheinende Grenzlinie, und zwar an versehentlich schräg geschliffenen Präparaten festgestellt zu haben. Die von Walkhoff geschilderten Druckverhältnisse bei der Zahnentwicklung erscheinen gleichfalls verständlich, so daß ich die folgende, immerhin im Bereich der Möglichkeit liegende Theorie einer Nachprüfung durch berufenere Kräfte anheim stellen möchte.

Die Entwicklung des Schmelzes beginnt, wenn die erste Prädentinlage bereits vorhanden ist und zu verkalken anfängt. Durch das Wachstum der Ameloblasten sowohl wie der ersten Schmelzanlage entstehen in dem Zahnkeim Druckverhältnisse, deren Wirkung auf den Schmelz hier nicht erörtert werden kann. Im Dentin jedoch werden durch diesen Druck der einzelnen Ameloblasten „bogenförmige Drucklinien“ (nach Walkhoff) hervorgerufen, die unmittelbar an der Schmelz-Dentingrenze am stärksten und gleichmäßigsten auftreten, so daß sie hier im allgemeinen eine bedeutende Abflachung erfahren; dadurch erklärt sich der nachherige relativ gerade und gleichmäßige Verlauf dieser Grenze. In den tieferen Dentinlagen werden diese Drucklinien naturgemäß größere Kreise ziehen, zugleich ist der Druck dort bereits abgeschwächt. Gleichwohl ist es wahrscheinlich, daß diese Druckwellen, wie ich sie bezeichnen möchte, doch einen Einfluß auf die Verkalkungstendenz der Detingrundsubstanz ausüben; die Zufuhr der Kalksalze kann dadurch gehemmt, die Dentinkanälchen können gewissermaßen zusammengepreßt werden, so daß die Salze unmittelbar vor diesen Linien angehäuft werden, während die Bezirke dahinter dadurch ihre Verkalkungstendenz verlieren. Bei Nachlassen oder auch Aufhören des Druckes nehmen die Dentinkanälchen ihre Tätigkeit wieder auf, der unmittelbar hinter den Drucklinien liegende Bezirk ist jedoch durch die Abschnürung so stark geschwächt, daß er die Verkalkungstendenz so gut wie verloren hat und als Interglobulardentin zurückbleibt, während die weitere Verkalkung keine Hindernisse findet. Unter der Voraussetzung, daß die oben angeführte Ansicht Walkhoffs — zu der bejahende wie verneinende Stellungnahme ich zu nehmen noch nicht in der Lage bin — ihre Bestätigung findet, wäre also die Möglichkeit gegeben, die Histogenese des Interglobulardentins zu erklären.

Selbstverständlich kann aber auch unter dieser Voraussetzung die obige Theorie nicht ohne weiteres als richtig hingestellt werden, da dann erst zu untersuchen wäre, ob die Wirkung des Druckes auf die Dentinkanälchen oder die Anhäufung der Kalksalze vor den Drucklinien oder ein hier nicht erörterter anderer Vorgang der wesentliche Anlaß zur Bildung des Interglobulardentins ist. Zu diesen Ausführungen ist zur Klärung hinzuzusetzen, daß die Bezeichnungen „vor, resp. hinter den Drucklinien“ von der Pulpa aus betrachtet sind. Zu dieser Theorie würde es passen, daß das wesentlichste Vorkommen des Interglobulardentins in einem bestimmten, jedoch geringen Abstand von der Schmelz-Dentingrenze gefunden wird, daß nahe dem Zahnhals, wo die Tätigkeit der Ameloblasten nicht so stark ist, diese Schicht an Stärke abnimmt, und daß sie in der Wurzel im allgemeinen fehlt. Dieses in bestimmtem Abstand vom Schmelz auftretende Interglobulardentin würde dann der Entwicklungsperiode des Zahnes entsprechen, in der der Kampf zwischen Schmelz und Dentin seinen Höhepunkt erreicht, wahrscheinlich also der Zeit der Entwicklung der ersten Schmelzlage. Freilich müßten, wenn diese Theorie bestätigt werden sollte, für die Histogenese der Tomesschen Körnerschicht ähnliche Druckverhältnisse angenommen werden, wie auch das gelegentliche Vorkommen des Interglobulardentins am Zahnhals und in der Wurzel durch eine Fortleitung besonders starken Druckes erklärt werden müßte; die gelegentliche Bildung einer, einer späteren Entwicklungsperiode entsprechenden Schicht von Interglobulardentin wie der vereinzelt auftretenden unverkalkten Zwischenkugelbezirke würde dann ebensolchen späteren, schwächeren oder mehr lokalen Kämpfen zwischen Schmelz und Dentin entsprechen. Es sei abschließend nochmals betont, daß diese Möglichkeit nur erörtert worden ist, um eine genaue und eingehende Prüfung dieser Verhältnisse herbeizuführen.

Wenn ich nunmehr versuche, die wesentlichsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kurz zusammenzufassen, so kann ich diese folgendermaßen darstellen:

1. Die bisher als „Interglobularräume“ des Zahnbeins bezeichneten Gebilde stellen unverkalkt gebliebene Zahnbeingrundsubstanz dar. Sie enthalten demnach bis auf die Kalksalze alle Bestandteile normalen Dentins. Ihre Begrenzung besteht aus Kugelsegmenten, die durch die in Kugelformen vor sich gehende Verkalkung des Dentins bedingt sind.

2. Entsprechend ihrer Form und ihrem Inhalte ist die bisher für diese Gebilde gebräuchliche Bezeichnung „Interglobularräume“ unzutreffend und mißverständlich; es wird deshalb der von W. Meyer-Breslau geprägte Name „Interglobulardentin“ vorgeschlagen, der allen Anforderungen entspricht. Die Einzelbildungen dieses Interglobulardentins werden als „unverkalkte Zwischenkugelbezirke“ bezeichnet.

3. Das Vorkommen des Interglobulardentins ist im tierischen Zahn unregelmäßig, im menschlichen jedoch als Regel anzusprechen. Es ist im wesentlichen nicht an Art, Alter oder mehr oder minder kräftige Struktur des Zahnes gebunden. Die Möglichkeit einer späteren Verkalkung des Interglobulardentins, die ganz oder teilweise erfolgen kann, ist erwiesen.

4. Das Interglobulardentin muß in seiner Hauptmasse längs der Schmelz-Dentingrenze, jedoch in bestimmtem Abstand von dieser, lokalisiert werden.

Es kann daneben auch unregelmäßig an einzelnen Stellen des Dentins oder in Streifen auftreten, die der ersten Schicht parallel laufen.

5. Die „Tomessche Körnerschicht“ ist als mit dem Interglobulardentin identisch, d. h. als Gruppe kleiner und kleinster unverkalkt gebliebener Zwischenkugelbezirke anzusprechen. Ihr Vorkommen ist gleichfalls als regelmäßig, jedoch nicht so konstant anzusehen, wie es bisher geschah.

6. Die Funktion des Interglobulardentins steht nicht fest; es besteht die Möglichkeit, daß es dem Säfteaustausch und damit der Ernährung der Hartsubstanzen des Zahnes dient.

7. Die Histogenese des Interglobulardentins ist gleichfalls noch nicht geklärt. Bei Bestätigung der Ansicht Walkhoffs über die Druckverhältnisse bei der Zahnentwicklung kann sie als Folgeerscheinung des Auftretens der „bogenförmigen Drucklinien“ erklärt werden.

8. Das Interglobulardentin ist gegenüber dem Vordringen der Karies bzw. der Bakterien als locus minoris resistentiae zu betrachten.

#### Literatur.

- Couilliaux: Anatomie, Physiologie, Pathologie der Zahnpulpa. Korrespondenzbl. f. Zahnärzte. 1897. — Czermak: Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der menschlichen Zähne. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 2. 1850. — v. Ebner: Histologie der Zähne mit Einschluß der Histogenese. In Scheff: Handbuch d. Zahnheilk. Bd. 1. 1909. — Eidmann: Die Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen. Berlin: 1923. — Fischer: Bau und Entwicklung der Mundhöhle des Menschen. Leipzig: 1909. — Fleischmann: Zur Bildung der Zahnbeingrundsubstanz. Arch. f. mikroskop. Anat. 1907. — Gebhardt: Über den funktionellen Bau einiger Zähne. Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organismen. 1900. — Goldberg: Die Bedeutung der Interglobularräume. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1924. — Hanazawa: Eine histologische Studie über die Karies des Dentins. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1923. — Hannover: Bau und Entwicklung des Säugetierzahnes. Verhandl. d. Kaiserl. Leop.-Carol.-Akademie der Naturforscher. Bd. 25, II. Teil. 1855. — Henle: Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Braunschweig. 1862. — Hertz: Untersuchungen über den feineren Bau und die Entwicklung der Zähne. Arch. f. Anat. und Physiol. 1866. — Hoehl: Beitrag zur Histologie der Pulpa und des Dentins. Arch. f. Anat. u. Physiol., anat. Abtlg. 1896. — Kantorowicz: Klinische Zahnheilkunde. Berlin 1924. — Kölliker: Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1852. — Kollmann: Die Interglobularräume in der Substantia eburnea der Zähne. Sitzungsber. d. Kgl. bayer. Akademie d. Wissensch., München, mathem. physik. Kl. 1869. — v. Korff: Die Analogie in der Entwicklung der Knochen- und Zahnbeingrundsubstanz der Säugetiere. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 69. 1907. — Lange: Histologische Technik für Zahnärzte. Berlin 1913. — Meyer, W.: Die Anfertigung histologischer Schläffe. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1925. — Derselbe: Über die sogenannten Interglobularräume des Dentins. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1925. — Morgenstern: Beitrag zur Histogenese der Interglobularräume. Schweiz. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1897. — Derselbe: Einige überraschende zahnhistologische Tatsachen. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1906. — Owen: Odontology. London 1840—1845. — Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde. München 1920. — Preiswerk: Lehrbuch und Atlas der Zahnheilkunde. München 1919. — Mac Quillen: Die Interglobularräume im Dentin. The Dental Cosmos 1866. — Retzius: Bemerkungen über den inneren Bau der Zähne. Arch. f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Med. 1837. — Römer: Atlas der pathologisch-anatomischen Veränderungen der Zahnpulpa. Freiburg i. Br. 1909. — Rudas: Aus dem Gebiet des erkrankten und gesunden Zahns. 3. Teil. Sitzungsber. d. med. naturwissenschaftl. Sektion d. siebenbürgischen Museumsvereins. Bd. 18. 1893. — Derselbe: Interglobularfelder und Körnerschicht. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1901. — Stöhr: Lehrbuch der Histologie. Jena 1901. — Tomes, Ch.: Anatomie der Zähne des Menschen und der Wirbeltiere (bearbeitet von Hollaender). Berlin 1877. — Waldeyer: Bau und Entwicklung der Zähne. In: Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1871. — Walkhoff: Normale Histologie der menschlichen Zähne. Leipzig 1901. — Wetzels: Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte. Jena 1920.

## **Lebenslauf.**

Am 10. August 1899 in Gleiwitz O.-S. geboren, preußischer Staatsangehörigkeit, besuchte ich dort Volks-, Vorschule und Gymnasium. 1912 nach Breslau übergesiedelt, kam ich in das Städtische Johannes-Gymnasium, wo ich im Mai 1917 die Notreifeprüfung bestand, um in den landwirtschaftlichen Hilfsdienst einzutreten. Im Herbst desselben Jahres trat ich in das Heer ein; nach meiner Entlassung begann ich Herbst 1919 das zahnärztliche Studium an der Universität Breslau, wo ich 4 Semester blieb. Dann absolvierte ich 1 Semester an der Universität München und 2 wiederum in Breslau, wo ich im Dezember 1922 das zahnärztliche Staatsexamen mit gut bestand. Meine Approbation datiert vom 30. Januar 1923. Nach einem weiteren Studium von 1 Semester in Breslau war ich verschiedentlich als Assistent und Vertreter und einige Zeit auch außerhalb des Berufes tätig. Seit dem 1. März 1925 arbeite ich als Volontärassistent am Zahnärztlichen Institut der Universität Breslau.

Egon Dickmann.