

Ueber die

Entwicklung der Zähne des Menschen.

Der
hohen medicinischen Facultät
der
Grossherzoglich badischen Albert-Ludwigs-Universität
zu
Freiburg im Breisgau
zur Erlangung der *venia legendi*
vorgelegt von

Dr. med. Carl Röse.

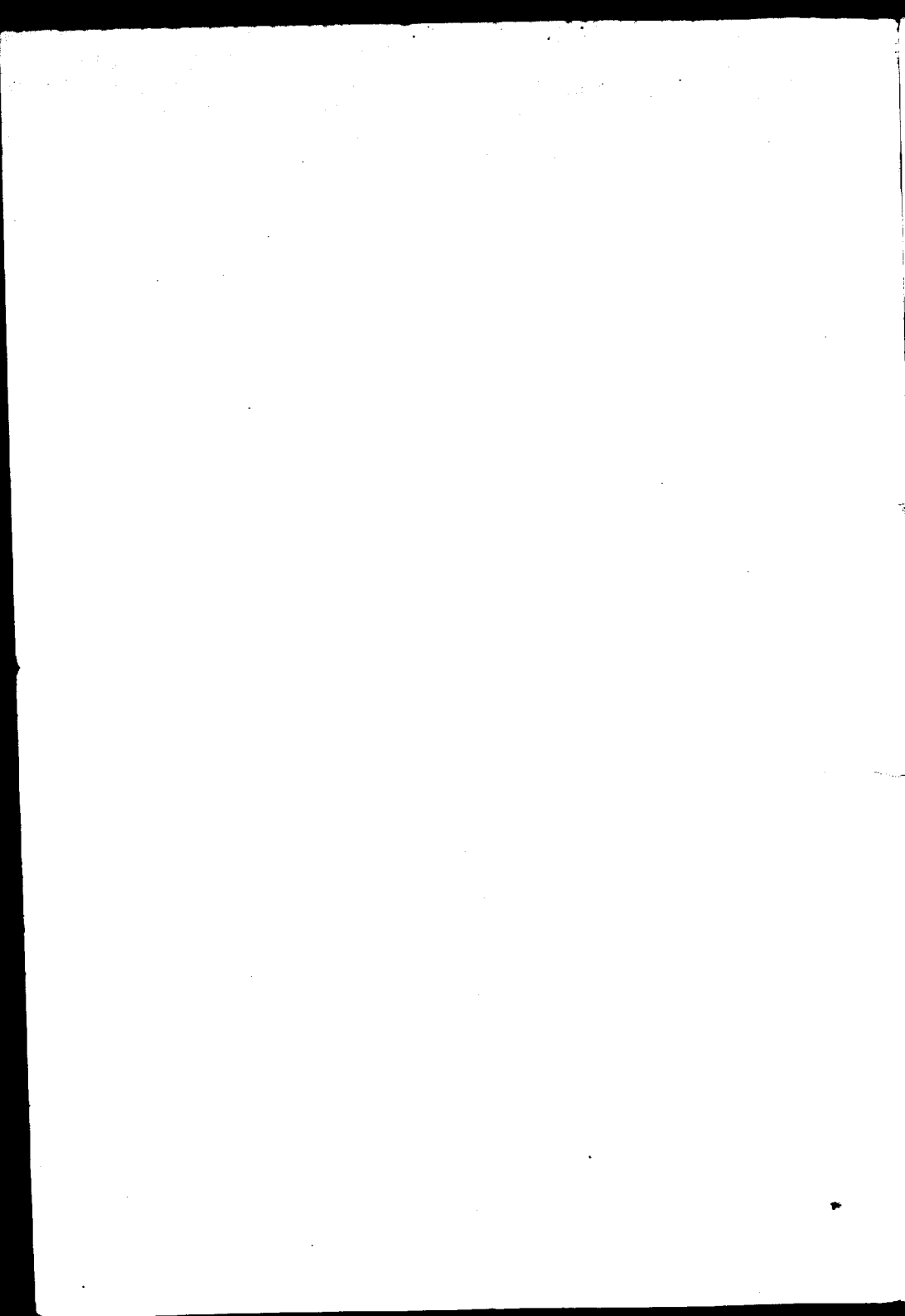


Bonn

Separat-Abdruck aus dem Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 38

Verlag von Friedrich Cohen

1891.



Die vorliegende Arbeit wurde im II. anatomischen Institute zu Berlin begonnen und dort grösstentheils beendet. Einige zur Vervollständigung der Untersuchung nöthigen Arbeiten sind dann im anatomischen Institute zu Erlangen zum Abschlusse gebracht worden. Anfangs hatte ich nur die Absicht, einige Serien zu eigener Orientirung zu schneiden. Erst als ich auf mehrere Widersprüche und Ungenauigkeiten in der neuesten Literatur aufmerksam wurde, kam mir der Plan, die Entwicklung der menschlichen Zähne durchgehend zu bearbeiten.

Das Material zu meinen Untersuchungen floss anfangs sehr spärlich, da die kgl. Frauenklinik trotz persönlicher Vermittlung von Herrn Professor Hertwig nur ungenügend Foeten zur Verfügung stellte. Nach und nach gelang es mir trotzdem das zur Untersuchung nöthige Material zusammenzubringen theils durch Vermittlung einiger Berliner Collegen, Dr. Hellner, Dr. Müller und Dr. Schreiber, theils durch Dr. Cirincione aus Neapel. In der liebenswürdigsten Weise wurden auch von Herrn Professor Born in Breslau, sowie von Herrn Privatdocent Dr. Nagel in Berlin verschiedene gut conservirte menschliche Embryonen und Foeten zur Verfügung gestellt.

Für die Untersuchung der Zahnentwicklung nach der Geburt stand mir infolge der ausserordentlichen Liberalität Herrn Geheimrath Waldeyer's das grosse Material des I. anatomischen Instituts in Berlin zu Gebote.

Allen den genannten Herren, sowie speciell noch den Herren Professoren Hertwig und Gerlach und Herrn Dr. Burgeckhardt in Berlin, welche mich bei meiner Arbeit mit Rath und That unterstützten, spreche ich hiernit öffentlich meinen Dank aus.

I. Material und Methodik.

Als Untersuchungsobjekte zu vorliegender Arbeit dienten fast ausschliesslich menschliche Embryonen. Solche von niederen Säugern und Vertebraten wurden nur zur Vergleichung herangezogen. Das mir zur Verfügung stehende frische Material ist theils in Chromessigsäure, theils in Pierinsalpetersäure fixirt, theils einfach in Alcohol gehärtet worden. In ähnlicher Weise waren die Embryonen von Professor Born und Dr. Nagel conservirt. Nach vorheriger Entkalkung in Pierinsalpetersäure wurde sodann meist mit Boraxcarmin durchfärbt, mit Hilfe der Paraffinmethode geschnitten.

Die Schnittserien sind dann beahfts Doppeltfärbung mit Bleu de Lyon nachgefärbt worden. Die letztere Methode verdanke ich der Empfehlung Dr. Burgeckhardt's, habe sie jedoch in der Weise modificirt, dass ich nicht eine wässrige, ziemlich concentrirte Lösung nahm, sondern nur eine Spur von dem Farbstoff in absolutem Alcohol löste, so dass derselbe nur leicht bläulich gefärbt erschien. Darin blieben die Schnittserien 12—24 Stunden und wurden dann definitiv in Damarlack eingeschlossen. Als Resultat ergab sich eine sehr discrete Blaufärbung des Knochengewebes und der Bindegewebsfibrillen. Besonders intensiv färbt sich auf diese Weise auch das entkalkte Dentin, und kann man die feinste Ablagerung desselben auf diesem Wege nachweisen.

Die Dicke der Seriensehnitte betrug durchschnittlich $\frac{1}{50}$ Millimeter (20 Mikra). Bei den kleinsten Stadien wurden die ganzen Köpfe geschnitten, theils sagittal, theils horizontal. Von grösseren Foeten theils ganze Kiefer, theils Kieferhälften, immer aber Oberkiefer und Unterkiefer zugleich. Besonders günstig, speciell für den Unterkiefer, erschienen mir Frontalschnitte.

Durch Vergleich dieser verschiedenen Schnittserien war es mir zwar möglich, ein körperliches Bild von der Zahnentwicklung des Menschen zu erhalten. Um jedoch diese Anschau-

ungen zum Allgemeingut zu machen, unternahm ich auf Wunsch Prof. Hertwig's die mühsame Arbeit, sechs Modelle aus Wachs herzustellen. Herr Dr. Burgeckhardt hatte die ausserordentliche Liebenswürdigkeit, mich in die Mysterien der Born'schen Modellirtechnik einzuweihen und mir auch später einige Zeichnungen anzufertigen, wodurch ich ihm zu besonderem Danke verpflichtet bin! — Die meisten meiner Figuren sind von dem akademischen Zeichner C. Krapf in München theils verbessert, theils neu gezeichnet worden.

Die Stadien nach der Geburt wurden theils ebenfalls geschnitten, grösstentheils aber makroskopisch mit Hilfe der Lupe untersucht.

Es folgt hier kurz ein Verzeichniss der von mir untersuchten Embryonen und Kinder. Das Alter der jüngsten Stadien wurde nach der Normentafel von His bestimmt.

I. Embryonen:

1)	12 $\frac{1}{2}$ mm	Steissseittlänge,	ca. 35	Tage alt.
2)	15	"	40	" "
3)	17	"	48	" "
4)	21	"	56	" "
5)	23	"	81 $\frac{1}{2}$	Wochen alt.
6)	25	"	9	" "
7)	25 $\frac{1}{2}$	"	9	" "
8)	32	"	10	" "
9)	4 cm	"	11 $\frac{1}{2}$	" "
10)	10 $\frac{1}{2}$	" Totallänge	13	" "
11)	11 $\frac{1}{2}$	"	14	" "
12)	12 $\frac{1}{2}$	"	14 $\frac{1}{2}$	" "
13)	18	"	17	" "
14)	24	"	20	" "
15)	30	"	24	" "
16)	36	"	29	" "
17)	40	"	33	" "
18)	46 $\frac{1}{2}$	"	38—39	" "

II. Kinder:

- 1) Neugeborenes, 50 cm lang.
- 2) Kind, 3 Monate alt.
- 3) " 4 " "
- 4) " 6 " "
- 5) " 10 " "

- | | | |
|----|-------|----------------------|
| 6) | Kind, | 1 Jahr 6 Monate alt. |
| 7) | " | 1 " 8 " " |
| 8) | " | 2 " — " " |
| 9) | " | 3 " 3 " " |

Ausserdem wurden noch mehrere Kiefer von Embryonen und Kindern untersucht, deren Alter sich nicht mehr genau bestimmen liess.

Modellirt mit Hilfe der Born'schen Plattenmodellirmethode wurden von den Embryonen die Stadien 6; 9; 11; 13; 15; 18. Modell I und II wurden nach Sagittalschnitten, III und IV nach Horizontalschnitten, V und VI nach Frontalschnitten reconstruirt. In den ersten vier Modellen sind nur die epithelialen Gebilde der Zahnanlagen dargestellt, in den letzten beiden ausserdem noch die Schicht fertig gebildeten Zahnbeins. Zur besseren Uebersicht sind die Modelle colorirt und zwar das Mundhöhlenepithel sowie die Schmelzpulpa rosa, die Zahnleiste und das äussere Schmelzepithel grün, das innere Schmelzepithel zinnoberroth, der fertige Schmelz gelb, das Zahnbein blan. Die bindegewebige Papille resp. Pulpa stellt sich als Hohlraum dar. Die ersten vier Modelle haben eine Vergrösserung von 25fach; das fünfte 40fach, das sechste 15fach.

II. Darstellung des thatsächlichen Befundes.

Bekanntlich geht bei allen Vertebraten die Entwicklung der Zähne aus von der Entstehung eines epithelialen Organs, welches in das Mesoderm der Kiefer eindringt und theilweise später die härteste Substanz des Körpers, den Schmelz, erzeugt. Kölliker nannte daher das betreffende Gebilde „Schmelzorgan“. Dasselbe findet sich ganz constant bei allen Thieren, welche wirkliche Dentinzähne besitzen, selbst bei den Edentaten, wo die Zähne keine Spur von Schmelz aufweisen. Bei *Tatusia peba* war dies durch Tomes schon lange bekannt. Kürzlich konnte ich dieselbe Erscheinung auch bei anderen Edentaten nachweisen. Die Form dieses Schmelzorgans wurde meist beschrieben in Gestalt einer Platte (lame epitheliale der Franzosen) oder einer Leiste. Letztere Bezeichnung stammt von Waldeyer und Hertwig her und scheint mir am meisten bezeichnend zu sein für das vorliegende Gebilde, so dass ich vorschlagen möchte,

die Bezeichnung **Schmelzleiste** oder besser **Zahnleiste** in Zukunft allgemein anzunehmen. Alle übrigen Bezeichnungen, wie Schmelzorgan, Schmelzfalte, Primitivfalte, Epithelialverband etc. sind theils zu allgemein, theils incorrect.

Wann zeigt sich nun speciell beim Menschen die erste Spur dieser Zahnleiste? Die bisherigen Angaben der Autoren waren sämmtlich sehr ungenau und schwankten zwischen 40—50 Tagen (Magitot) und 60—70 Tagen (Kollmann). Dabei war noch besonders der Uebelstand zu bemerken, dass z. B. von Magitot das Alter seiner Embryonen meist etwas zu jung angenommen wird. Kurz ich kam nach Einsicht der Litteratur zur Ueberzeugung, dass die erste Anlage der Zahnleiste beim Menschen überhaupt noch nicht beschrieben worden ist. Diese Thatsache kann nicht befremdend sein, wenn man erwägt, wie schwer es ist menschliche Embryonen so jugendlichen Alters unversehrt zu erhalten. Meist sind dieselben ja immer ein wenig macerirt, das Epithel abgelöst und zerstört. Daher auch bekanntlich der Irrthum Goodsir's. Herr Dr. Nagel in Berlin stellte mir nun aus seinem reichen Schatze vorzüglich conservirter Embryonen einige Köpfe zur Verfügung und gelang es mir auf diese Weise, die erste Anlage der Zahnleiste beim Menschen zu finden. Dieselbe zeigt sich bei einem Embryo von 15 mm Steissseithellänge. Derselbe entspricht nach der Normentafel etwa Embryo S₂ Fig. 21, und hat ein Alter von ca. 40 Tagen¹⁾.

Es ist hier die Zunge schon deutlich ausgebildet; dagegen bilden die Kiefer- und Lippenanlage noch ein einheitliches Mesodermgebilde, über welches eine mehrschichtige Epithellage glatt hinwegzieht. In Fig. 1 sind diese Verhältnisse im Durchschnitt dargestellt. M ist der Mundeingang. Direct dahinter zeigt sich nun in beiden Kiefern eine flache bis halbkugelige

1) Herr Privatdocent Dr. Keibel in Freiburg besitzt einen Embryo von 12 mm Länge im Alter von ca. 34 Tagen stehend, zwischen Embryo S I u. C II, Fig. 16 u. 17 von His. Auch bei diesem Embryo ist schon stellenweise eine Andeutung der Zahnleiste vorhanden, während ich in meinem entsprechenden, allerdings nicht vorzüglich conservirten ersten Stadium noch keine Wucherung des Epithels sehen konnte. Man würde demnach die erste Anlage der Zahnleiste zwischen 34. bis 40. Tag zu setzen haben.

Epithelwucherung ZL, welche ins Kiefermesoderm eindringt. Die Wucherung besteht ebenso wie die ganze Epithellage aus wenigen rundlichen oder kubischen Zellen. Eine Differenzierung der letzteren ist noch nicht eingetreten. Die betreffende Wucherung stellt im Querschnitte die erste Anlage der Zahnleiste dar. Entsprechend der Gestalt der Kieferlippenwülste verläuft die Leiste bogenförmig; und wie später der Bogen der Zahnreihe im Oberkiefer grösser ist als der im Unterkiefer, so bildet auch schon bei der ersten Anlage die Zahnleiste im Oberkiefer einen grösseren Bogen als im Unterkiefer. — Der Meckel'sche Knorpel ist bei vorliegendem Embryo noch nicht völlig differenziert, doch findet sich an seiner Stelle bereits in diffuser Weise eine stärkere Anhäufung von runden Mesodermzellen, aus welchen sich später die Knorpelzellen differenzieren.

Das nächste Stadium von 17 mm Länge zeigt wesentliche Fortschritte. Der Meckel'sche Knorpel ist völlig ausgebildet, und in beiden Kiefern finden sich schon die ersten Spuren zarter Knorpelbälkchen, bestehend aus osteoidem Gewebe, welches durch Blende Lyon intensiv blau gefärbt erscheint. Wenn Robin und Magitor im Oberkiefer Knorpel gefunden zu haben glaubten, aus welchem dann der Knochen hervorgehen soll, so liegt, wie schon Kollmann angibt, bestimmt eine Verwechslung vor mit dem osteoiden Gewebe. Auch im Unterkiefer geht die Verkalkung und Knorpelbildung vor sich ganz unabhängig vom Meckel'schen Knorpel. In Fig. 2 sind im Querschnitte die Verhältnisse des Mundeinganges vom vorliegenden Embryo zu sehen. Das ganze Epithellager hat sich verdickt, am meisten direct vor der hier zuerst auftretenden seichten Lippenfurche LF. Wenn man diese geringgradige Epithelverdickung Zahnwall genannt hat, so ist das nicht ganz correct. Mit der Anlage der Zähne hat diese Verdickung gar nichts zu schaffen, sondern stellt lediglich das verdickte Epithel der späteren Lippen dar. Ein Zahnwall, wie ihn Kölliker u. a. bei Wiederkäuern im Bereiche der Backenzähne beschreiben, existirt beim Menschen zu keiner Zeit, wie ich in Uebereinstimmung mit Waldeyer und Kollmann hier nochmals hervorheben muss.

Die tiefste Lage des Epithels ist durchgehend zu hohen Cylinderzellen angewachsen, während die oberflächlichen Lagen

mehr abgeplattet erscheinen. Die vorhin im Querschnitte halbkugelige Zahnleiste hat sich in zwei Divertikel gespalten. Das vordere, flachere dringt ziemlich senkrecht in die Kieferlippenanlage ein und steht mit der Bildung der Lippenfurehe in Beziehung. Das grössere hintere geht ziemlich wagerecht nach hinten und bildet im Querschnitte die eigentliche Zahnleiste.

Erst im vorliegenden Stadium kann man von einem Kieferwalle und einem Lippenwalle reden. Die Angabe der meisten Lehrbücher, wonach diese beiden Wälle schon differenzirt sein sollen zur Zeit der ersten Anlage der Zahnleiste, ist durchaus unrichtig. Die Anlage der Lippen entsteht vielmehr später und infolge der Zahnanlagen.

Beim Embryo von 25 mm Länge finden sich noch dieselben Verhältnisse, wie soeben beschrieben wurde. Nur ist die Lippenfurehe mehr vertieft durch Resorption der oberflächlichen Epithelschichten, und die Lippen selbst treten mehr hervor. Mein Modell I stellt den Mundeingang dieses Embryo dar und zwar nur die epithelialen Partien desselben. Fig. 3 zeigt dieses Modell in halber Grösse.

In beiden Kiefern sieht man an dem Modelle hinter den leicht gewölbten Lippen die seichten Lippenfurchen. Diesen entsprechend dringt eine bogenförmige Epithelleiste je senkrecht in die Kiefer ein. Zur Unterscheidung von der Zahnleiste bezeichnet man dieselbe am Besten als Lippenfurchenleiste. In meinen beiden ersten Modellen wurde dieselbe gleich dem übrigen Mundhöhlenepithel rosa, die Zahnleiste dagegen der besseren Uebersicht wegen grün colorirt. Die letztere steht nahezu im rechten Flächenwinkel zur vorhin beschriebenen Leiste und verläuft parallel dem Mundhöhlenboden wagerecht nach hinten in den nunmehrigen Kieferwall hinein. Ihr freier Rand hat im Oberkiefer (Fig. 3) leichte unregelmässige wellenförmige Erhebungen, im Unterkiefer lassen sich schon ziemlich deutlich 10 Erhebungen und dazwischenliegende Vertiefungen abgrenzen. Der freie Rand der Leiste zeigt hier schon eine ziemlich regelmässige Wellenlinie. Während früher die Zahnleiste anscheinend am höchsten in ihren mittleren Partien war, so gestaltet sich schon im vorliegenden, noch mehr aber im II.

Modelle die Sache gerade umgekehrt, indem die grösste Wachstumsenergie in den seitlichen Particeen, die Mitte selbst dagegen ziemlich flach ist.

An den beiden ersten Modellen lässt sich deutlich nachweisen, dass die Zahnleiste des Oberkiefers einen weiteren und gleichmässigeren Bogen beschreibt als die des Unterkiefers. Die letztere hat anfänglich hinter der Anlage des späteren Eckzahnes beiderseits eine schärfere Biegung nach hinten.

Weitere Differenzirungen der Zahnleiste findet man beim Embryo von 3.2 cm Länge. Hier haben sich die vorhin beschriebenen Erhebungen der Leiste kolbig verdickt und in diese Verdickungen stülpen sich die bindegewebigen Papillen ein. Ich sehe hier in jedem Kiefer 8 eingestülpte Papillen in ziemlich gleichmässiger Entwicklung. Beim nächsten Stadium von 4 cm Länge sind bereits alle 10 Papillen des Milchgebisses vorhanden. Modell II ist nach einer Sagittalserie dieses Embryo modellirt und in Fig. 5 in halber Grösse dargestellt. Fig. 4 gibt einen Sagittalschnitt durch den Mundeingang dieses Embryo. Durch Resorption des oberflächlichen Epithels hat sich die Lippenfurche erheblich vertieft und entsprechend ist die epitheliale Lippenfurchenleiste weiter senkrecht in die Tiefe gewachsen. Die tiefste Lage des Epithels bildet überall eine ziemlich hohe Cylinderzellschicht. Letztere Zellen umgrenzen auch die ganze Zahnleiste und setzen sich sodann, etwas niedriger werdend, bald in einfacher, bald in mehrfacher Lage als Schleimhautepithel der Mundhöhle fort. Die mehr oder minder abgeplatteten, aber noch kernhaltigen oberen Epidermiszellen bilden auf der Höhe der Lippenwälle ein ziemlich mächtiges Lager und finden sich auch in der Tiefe der Lippenfurche. Diese Zellen sind es, welche mehr und mehr abgestossen und resorbirt werden, derart dass sich die Lippenfurche mehr und mehr vertieft.

Die Zahnleiste hängt an ihrem Grunde noch völlig mit der Lippenfurchenleiste zusammen und erstreckt sich wagerecht nach hinten in den Kieferwall hinein. In ihre kolbig verdickten Particeen haben sich, wie schon erwähnt, die bindegewebigen Papillen eingestülpt. Von wesentlicher Bedeutung bei diesem Processe ist nun Folgendes: Die Papillen stülpen sich nicht am tiefsten Punkte der verdickten Leiste

ein, sondern mehr **seitlich**, also im Oberkiefer von oben hinten nach unten vorn, im Unterkiefer von unten hinten nach oben vorn. Auf diese Weise ist es ermöglicht, dass bei dem nun folgenden Abschüttlungsprocesse der Milchzähne von der Zahnleiste diese letztere hinter den Zähnen ungehindert weiter in die Tiefe wachsen kann.

Ob bei dem geschilderten Einstülpungsprocesse nach der bisherigen Ansicht dem Bindegewebe die active Rolle gebührt, oder ob, wie ich glaube, das Bindegewebe passiv ist, und die späteren Papillen gleichsam von den Epithelmassen der Zahnleiste umwachsen werden, dies ist eine bisher noch offene Frage. Meiner Ueberzeugung nach hat vom morphologischen Standpunkte aus letztere Anschauung eine grössere Berechtigung.

Beim Fötus von $11\frac{1}{2}$ cm Länge sind die Knochenbälkchen der Kiefer schon in grosser Ausdehnung vorhanden und bilden um das Schmelzorgan herum eine flache Mulde. Das Wachsthum der Kiefer geht jetzt hauptsächlich in der Höhenrichtung vor sich und dem hat sich die Zahnleiste angepasst derart, dass sie jetzt nicht mehr wagerecht nach hinten, sondern in leichtem Bogen nach hinten und unten resp. nach hinten und oben hinter den Milchzähnen sich in den Kiefer hinein erstreckt. Zugleich wird durch das enorme Wachsthum der Milchzähne die Configuration des Kiefers in solcher Weise verändert, dass die Verbindungslinie der Zahnleiste mit dem Kieferepithel nicht mehr vorn in der Nähe der Lippenfurehe, sondern bei älteren Foeten vom 6. Monate an hinten, an der lingualen resp. gutturalen Fläche des Kiefers bogentörmig verläuft. Diese Verbindungslinie bildet dann eine seichte, mit blossen Auge sichtbare Vertiefung, welche meist von zwei niedrigen wallartigen Erhöhungen begrenzt wird. Diese letzteren könnte man vielleicht mit Kollmann Zahnwälle nennen, falls überhaupt eine Bezeichnung nöthig ist, die Furehe selbst würde man dann Zahnfurehe heissen.

Im vorliegenden Stadium von $11\frac{1}{2}$ cm Länge ist die Lippenfurehe noch nicht völlig ausgebildet. Modell III stellt die Zahnleiste des Oberkiefers dar und Figur 6 die halbe Grösse des Modells. Die Leiste als solche besteht continuirlich fort und ihr freier unterer resp. oberer Rand bildet eine Wellenlinie. An den Vorsprüngen der Wellenberge hängen labialwärts, also nach vorn zu, die Milchzahnanlagen noch breit mit der Leiste zusammen

und haben ungefähr das Aussehen von Schwalbennestern, welche an ein Brett angebaut sind.

Die weitere Entwicklung geschieht nun in der Weise, dass **die Milchzähne sich mehr und mehr von der gemeinsamen Zahnleiste abschnüren**. Die Leiste selbst besteht in continuo fort und endet hinter dem zweiten Milchmolaren frei im Mesoderm des Kiefers als dünne, glatte Epithelplatte. In ihren vorderen Partien aber zeigen sich schon überall transversale Wucherungen, welche der Zahnleiste eine höckerige, unebene Oberfläche verleihen. In der Medianlinie des Kiefers ist die Leiste ausserordentlich niedrig und flach. Schon im 6. Monate ist an dieser Stelle die Verbindung zwischen den beiden Leistenhälften fast völlig aufgehoben und wird nur noch durch einige Epithelreste angedeutet.

Bisher bestanden die Zahnanlagen aus einem Haufen rundlicher Epithelzellen, welche ringsum von einer Schicht hoher Cylinderzellen umsäumt sind. Beim Fötus von 11½ cm zeigen sich im Innern dieses Zellenhaufens die ersten Sternzellen und es lassen sich die Uebergänge beider Zellarten aufs Schönste verfolgen. In der weiteren Entwicklung wachsen bekanntlich diese epithelialen Sternzellen zu einem mächtigen Lager an, zur Schmelzpulpa. Dieselbe hat meines Erachtens den Zweck, zunächst eine bessere Saftcirculation für die Schmelzzellen zu ermöglichen und ferner gleichsam als Platzhalter für den sich entwickelnden Schmelz zu dienen, wie schon Waldeyer angab. Am mächtigsten ist die Schmelzpulpa zur Zeit der ersten Schmelzablagerung entwickelt, später bildet sie sich progressiv zurück. Die Entstehung der Sternzellen erkläre ich mir in der Weise, dass die Intercellularsubstanz in grösserer Masse ausgeschieden wird und damit die Protoplasmabrücken, wie sie sich ja auch an den Riffzellen des Rete Malpighi constant finden, lang ausgezogen werden.

Beim Fötus von 18 cm Länge ist die Lippenfurchung nahezu vollendet. Die Verbindungslinie der Zahnleiste mit dem Kieferepithel, die Zahnfurchung, befindet sich im Bereiche der Vorderzähne fast genau auf der höchsten Kante des Kiefers. Im Bereiche der Molaren verläuft sie noch immer auf der Vorderfläche des Kiefers in der Nähe der Lippenfurchung. Die Abschnürung der Milchzähne von der Leiste geht in pro-

gressiver Weise von vorn nach hinten vor sich. Während die Schneidezähne nur noch eine oder mehrere schmale Verbindungsbrücken aufweisen, sitzen die Milchmolaren noch ganz breit der Leiste auf, gerade wie im vorigen Stadium. Die soeben erwähnten Verbindungsbrücken sind dieselben Gebilde, welche auf Schnittbildern theilweise nach dem Vorgange Waldeyer's als „Hals des Schmelzorgans“ bezeichnet wurden. Dieser Name ist für Schnittbilder ganz zutreffend, weil hier die Milchzahnaulage durch ihre Grösse so hervortritt, dass die dünne Zahnleiste nur als Anhängsel erscheint. Wenn man die Sache aber im Modelle körperlich und zugleich vom morphologischen Standpunkte aus betrachtet, so erscheint die Zahnleiste als einheitlich Ganzes, mit dem die einzelnen Milchzähne nur noch durch mehr oder weniger breite Verbindungsbrücken zusammenhängen. Demgemäss möchte ich in Uebereinstimmung mit Waldeyer vorschlagen statt „Hals des Schmelzorgans“ künftig zu sagen: „Verbindungsbrücken der Milchzähne mit der Leiste“. Eine neue Bezeichnung ist schon desshalb nöthig, weil die Autoren mit „Hals des Schmelzorgans“ sowohl Durchschnitte durch die Verbindungsbrücken (Morgens tern's Verbindungs wurzel), als auch durch Theile der Zahnleiste selbst (Morgens tern's Basis) bezeichnen.

An den vorderen Zähnen sind öfters, an den Backzähnen fast regelmässig mehrere Verbindungsbrücken vorhanden, die entweder völlig getrennt von einander verlaufen oder streckenweise mit einander zusammenhängen.

Schon im vorliegenden fötalen Stadium finden sich im vorderen Theile der Zahnleiste weitere Modificationen derart, dass dieselbe nicht nur in grösserer Ausdehnung Verdickungen und Höcker zeigt, sondern an den dazwischenliegenden Stellen auch sehr verdünnt, ja an einigen Stellen sogar schon in ihrer Continuität getrennt, durchlöchert ist. Auch dieser Process geht continuirlich von vorn nach hinten weiter in der Weise, dass z. B. zur Zeit der Geburt und später, wo auf Schnittbildern (Fig. 12) der vordere Theil der Leiste nur noch aus anscheinend zusammenhanglosen Epithelresten besteht, der hinterste Theil immer noch als glatte undurchbrochene Leiste sich darstellt (Fig. 11).

Hinter dem letzten Milchbackzahne wächst die Leiste, als freies, schmales Band, ohne fernere Verbindung mit dem Mund-

höhlenepithel nach hinten ins Kiefermesoderm hinein. Ihr freies Ende ist beim Fötus von 18 cm kolbig verdickt und in diese Verdickung stülpt sich wiederum seitlich im Unterkiefer von unten und vorn die Papille für den ersten bleibenden Molaren ein.

Beim Fötus von 24 cm Länge verläuft die Zahnfurche, wie man am Besten die eben erwähnte Verbindungslinie von Zahnleiste und Kieferepithel nennt, im Bereiche der Vorderzähne schon auf der hinteren, lingualen Kieferseite, im Bereiche der Milchmolaren auf der Höhe des Kiefers, das Ende im Bereiche des bleibenden Molaren, aber immer noch auf der Vorderseite des Kiefers. Der 1. bleibende Molar selbst beginnt schon sich abzusehnen: hinter und über ihm geht die Zahnleiste als dünnes Epithelband noch eine kurze Strecke frei in den Kiefer hinein.

Eine wesentliche Neuerung bietet vorliegendes Stadium dadurch, dass an den beiden Schneidezähnen sich die ersten Spuren von Verknöcherung zeigen. Das Zahnscherbechen vom zweiten Milchschneidezahn ist noch sehr winzig. Der gangbaren Ansicht, dass von den festen Zahnsubstanzen zuerst das Zahnbein verkalket und der Schmelz sich erst auf das fertige Zahnbein ablagere, kann ich nach meinen bisherigen Untersuchungen nicht ganz beipflichten. Beim Menschen werden die beiden Substanzen in den meisten Fällen zu gleicher Zeit angelegt. Allerdings ist das Zahnbein entsprechend seinem späteren grösseren Volum von Anfang an in dickerer Lage als mehr oder weniger verkalkter Zahnbeinknorpel vorhanden, während der Schmelz darüber eine dünne Lage krümeliger Kalksalze bildet, die erst später mehr und mehr consolidirt. Vom morphologischen Standpunkt aus ist es übrigens sehr nebensächlich, ob sich eine von den beiden Substanzen früher anlegt oder ob dies gleichzeitig geschieht. Meine Untersuchungen über die feineren Vorgänge bei genanntem Verkalkungsprocesse sind noch nicht abgeschlossen, doch möchte ich gleich an dieser Stelle bemerken, dass die Beschreibung, welche Morgenstern¹⁾ in seiner neuesten Arbeit hierüber gibt, als vollständig verfehlt zu betrachten sind.

Das äussere Schmelzepithel ist im vorliegenden

1) Scheff's Handbuch der Zahnheilkunde. Wien 1890.

Stadium von 24 cm noch erhalten als zusammenhängende, die Schmelzpulpa rings umkleidende einschichtige Lage von kubischen Zellen, welche sich unten direkt in die Cylinderzellenschicht des inneren Schmelzepithels fortsetzt. An einzelnen Stellen, besonders nach der Spitze des Zahnes zu, beginnt dieses äussere Epithel jedoch schon zu wuchern und niedrige papillenartige Auswüchse zu bilden. Im nächsten Stadium von 30 cm Länge haben diese Wucherungen an Zahl und Grösse bedeutend zugenommen und zwischen ihnen finden sich hier und da Continuitätsstrennungen der Epithelzellenschicht, so dass hier Schmelzpulpa und Mesoderm des Zahnsäckchens sich direkt berühren. Um dieselbe Zeit findet auch eine lebhaftere Wucherung des Capillarnetzes an diesen Stellen statt, doch konnte ich mich nie davon überzeugen, dass die Capillaren in die Schmelzpulpa selbst eindringen, wie einige Forscher, Böncker u. a. behaupten. Bei der sehr unregelmässigen Abgrenzung beider Gewebe und bei Untersuchung stärkerer Schnitte ist übrigens eine Täuschung in dieser Hinsicht leicht begreiflich.

Mein V. Modell stellt bei 40 facher Vergrösserung von einem 30 cm langen Fötus grössere Theile der beiden Schneidezähne in Verbindung mit der Zahnleiste und dem Mundhöhlenepithel dar. Die Zahnfurche liegt bei diesem Stadium schon ganz auf der Hinterfläche des Kieferes.

Der erste bleibende Molar ist ziemlich rasch gewachsen und hat schon eine ausgeprägte Schmelzpulpa.

Ausser an den Schneidezähnen finden sich auch schon an den Eckzähnen sowie an den vorderen Kronenhöckern der beiden Milchmolaren winzige Zahnscherbchen. Die Zahnleiste hat sich weiter verändert. Die partiellen Wucherungen und Rarefactionen derselben sind deutlicher geworden, kurz, während die Leiste im Bereiche der Molaren noch eine solide Platte darstellt, ist sie im Bereiche der Vorderzähne vielfach **siebartig durchlöchert** und in sehr unregelmässiger Weise mit Vorsprüngen und secundären Leisten versehen. Auch der Zusammenhang mit dem Kieferepithel ist theilweise geschwunden. Dieselben Veränderungen haben an den Verbindungsbrücken Platz gegriffen und zwar in noch höherem Grade. Die letzteren bilden zur Zeit nur noch ein Sparrenwerk netzartig mit einander verbundener Epithelstränge (Fig. 10). Auf Durchschnitten sieht man

meist, ebenso wie vielfach bei der Zahnleiste, nur noch anscheinend zusammenhanglose Epithelreste. Die Verbindung derselben zu einem zusammenhängenden Netzwerke liess sich zwar von vornherein vermuthen, aber erst mit Hilfe der Reconstructions-methode sicher nachweisen.

Beim Fötus von 18 cm Länge (Fig. 7, Modell IV) reichte die Zahnleiste noch tief hinter die verhältnissmässig kleinen Milchzähne herab. Während nun die Leiste ihre absolute Lage ziemlich unverändert beibehält, sind die Milchzähne und mit ihnen der Kiefer enorm in die Tiefe gewachsen. So kommt es, dass die Leiste im vorliegenden Falle, beim Fötus von 30 cm, schon sehr in die Höhe gerückt erscheint und nicht einmal an ihren tiefsten Punkten bis zur Hälfte der Milchzahnhöhe herabreicht. Im Laufe der weiteren Entwicklung nimmt dieses Verhältniss noch zu in der Weise, dass zur Zeit der Geburt die Reste der Leiste direkt unter dem Zahnfleische liegen, während die im Verhältnisse zu ihr jetzt enorm grossen Milchzähne tief in den Kiefer hinabgewachsen sind.

Die Durchlöcherung der Zahnleiste ist aber nicht an allen Stellen gleichmässig vorhanden. Der untere Rand der Leiste stellt nach wie vor eine Wellenlinie dar. Die Wellenberge fallen aber nicht mehr genau hinter die Milchzähne, sondern sind etwas distal nach den Zwischenräumen der letzteren verschoben. An diesen Stellen (Kölliker's „secundärer Schmelzkeim“, Morgenstern's „Scheitelfortsatz“) ist die Leiste niemals durchlöchert, sondern hat sich kolbig verdickt. In die epithelialen Anschwellungen stülpen sich nun ebenfalls wieder **seitlich**, von vorn und unten resp. vorn und oben die Papillen für die bleibenden Zähne ein (Fig. 8; 9; 10). In den meisten Fällen wird beim Menschen der ganze epitheliale Rest der „secundären Schmelzkeime“ zur Bildung des Schmelzorgans der permanenten Zähne verwandt. Man kann sich jedoch bei der oben beschriebenen Anordnung sehr leicht vorstellen, dass der ganze Process der Abschnürung sich nochmals wiederholt, tertiäre Schmelzkeime zurückbleiben und Anlass zu einer dritten Dentition geben, entweder einer totalen oder einer partiellen. Herr Dr. Sanstätt theilte mir aus Rocha in Uruguay einen Fall mit, wo eine Eingeborene bis zum 17. Lebensjahre ihr regelmässiges bleibendes Gebiss hatte.

Von da ab stellte sich hinter der schon vorhandenen eine neue Zahnreihe ein, so dass die Frau zuletzt 64 gutausgebildete, wohl-conservirte Zähne im Munde hatte.

Jeder Rest der Zahnleiste, soweit er nicht zu den speciell von Serres, Magitot etc. genau beschriebenen Cysten, Epithelperlen etc. entartet ist, kann Veranlassung geben zur Bildung eines Zahnes oder unvollständigen zahnähnlichen Gebildes. Alle jene Schmelztropfen, Schmelzperlen, accessorischen Zähnchen sowie die besonders von Baume beschriebenen Dentinstiftchen nehmen ihre Entstehung von solchen Resten der Zahnleiste. Dentin entwickelt sich nie frei im Mesoderm, sondern stets nur unter der Haube eines, wenn auch noch so rudimentären epithelialen Schmelzorgans. Ob dieses jemals Schmelz absondert, das ist ganz nebensächlich. Wie v. Brunn ganz richtig sagt, hat das Schmelzorgan zunächst den Zweck, die Form, die Matrice für den künftigen Zahn zu liefern, die Schmelzbildung ist nur eine nebensächliche Funktion.

Es kann auch vorkommen, dass der secundäre Schmelzkeim eines bleibenden Zahnes sich abnormer Weise in viele kleine Keime spaltet. Dann entwickelt sich statt eines normalen Zahnes ein Conglomerat von rudimentären Zähnchen und Schmelztropfen.

Im weiteren Laufe der Entwicklung nehmen nun von der Mitte der Zahnreihe aus nach hinten fortschreitend die Veränderungen der Zahnleiste ihren weiteren Verlauf. Das Sparrenwerk der Epithelstränge wird spärlicher und dünner, die Maschen des Netzes werden grösser und weiter, es treten theilweise Zerreissungen des Netzwerks ein, so dass nun auch Epithelreste ohne Verbindung frei im Bindegewebe liegen. Solche Reste bleiben entweder unverändert bestehen, oder sie werden in epitheliomähnliche Epithelperlen sowie in kleine Cysten und Atherome umgewandelt, welche man als „glandulae tartaricae“ beschrieben hat. Morgenstern gibt an, dass aus solchen Epithelresten vielfach Nervenendorgane entstünden, doch scheint er sich inzwischen von der völligen Haltlosigkeit dieser Annahme selbst überzeugt zu haben.

Denselben Veränderungen wie die Zahnleiste unterliegen die Verbindungsbrücken. Was das äussere Schmelzepithel be-

trifft, so bildet dasselbe schon beim Fötus von 30 cm Länge keine zusammenhängende Schicht mehr, sondern zeigt etwa das Aussehen eines netzgeknoteten Unterkleides. Die Knoten des Netzes entsprechen den oben erwähnten papillenähnlichen Excrescenzen. Bei der Bildung der bleibenden Zähne wiederholen sich dieselben Verhältnisse beim äusseren Epithel und die Reste desselben sowie auch Reste der Zahnleiste und der Verbindungsbrücken bleiben zeitlebens auch beim erwachsenen Menschen in der Umgebung der Zahnwurzeln bestehen und geben, wie Malassez nachwies, oft Gelegenheit zur Entstehung von Kiefercysten, gutartigen und bösartigen Tumoren.

Zur Zeit der Geburt sind die Kronenscherben der Milchschneidezähne und Milcheckzähne schon ziemlich weit entwickelt. Auch die einzelnen Kronenscherbchen der Milchmolaren sind zu einer gemeinsamen Kuppe zusammengewachsen. An dem von mir untersuchten Neugeborenen von $46\frac{1}{2}$ cm Länge besass der erste bleibende Molar im Gegensatze zu den Angaben anderer Autoren noch keine Spur irgend einer Verknöcherung. In dem Unterkiefer eines anderen Neugeborenen aus dem hiesigen anatomischen Institute, welchen ich soeben untersuchte, besitzt die Pulpa des 1. bleibenden Molars 5 gut ausgebildete Kronenhöcker, aber nur auf einem derselben ein winziges Zahnscherbchen, welches aus Schmelz und Zahnbein besteht. Es lässt sich danach wohl annehmen, dass die erste Verknöcherung dieses Zahnes ungefähr zur Zeit der Geburt erfolgt.

Meine frühere Annahme, dass sich der Schmelz zunächst in ziemlicher Menge ablagere, bevor die Bildung des Zahnbeins beginne, hat sich durch weitere Untersuchungen nicht bestätigt. Wie schon oben erwähnt wurde, geschieht die erste Ablagerung der beiden Hartsubstanzen beim Menschen fast immer zu gleicher Zeit.

Bei dem in Erlangen untersuchten Neugeborenen beträgt an den Milchschneidezähnen die Höhe der verkalkten Kronenscherbchen $4\frac{1}{2}$ mm, die Breite 3 mm. Am Eckzahn beträgt die Höhe des Scherbelchens $2\frac{1}{2}$ mm, am ersten Milchmolaren 2 bis 3 mm. Am zweiten Milchmolaren sind erst zwei von den vorhandenen 5 Scherbchen mit einander verwachsen; die Höhe schwankt zwischen $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ mm. Das eine Scherbchen des bleibenden Molaren ist etwa $\frac{1}{2}$ mm hoch.

Die Knochenmasse des Kiefers bildet zur Zeit der Geburt eine tiefe, oben theilweise offene Rinne, welche die Reihe der Milchzähne, sowie die Keime der Ersatzzähne gleichmässig umschliesst (Fig. 12). Die knöchernen Septa zwischen den einzelnen Zähnen sind noch nicht vollständig entwickelt und enthalten Lücken, welche durch Bindegewebe ausgefüllt erscheinen. Später sind die Milchzähne sowohl als auch die bleibenden Molaren allseitig von der knöchernen Alveole umgeben. Nur auf der Oberfläche, an der späteren Durchbruchstelle der Zähne, schliesst sich die Alveole nicht, sondern hier bleibt stets bis zum Durchbruche des Zahnes ein kreisrundes Loch in der knöchernen Umwandung bestehen. Wenn Baume in Fig. 42 seines Lehrbuches der Zahnheilkunde die knöcherne Alveole des Milchzahns ringsum geschlossen und die Ersatzzahnanlage ausserhalb derselben liegend darstellt, so ist diese Darstellung als durchaus unrichtig zu bezeichnen.

Die Keime der Ersatzzähne liegen anfangs constant innerhalb der Alveole ihres Milchzahns und werden erst später ringsum von einer eigenen Alveole umgeben. Auch hier bleibt an der Spitze meist eine mehr oder weniger enge Oeffnung bestehen, durch welche das Gubernaculum dentis eintritt. Dieses Leitband besteht lediglich aus Bindegewebszügen, welche epitheliale Ueberreste der früheren Zahnleiste einschneiden und es hat keine weitere physiologische Bedeutung.

Zur Zeit der Geburt sind die Keime der bleibenden Schneidezähne und des Eckzahns, schon mit eigenem Zahnsäckchen versehen, als senfkorngrosse Knötchen hinter den entsprechenden Milchzähnen mit blossen Auge sichtbar. Schon jetzt liegt der Keim des Eckzahnes viel tiefer im Kiefer als diejenigen der Schneidezähne. Von den Prämolaren ist noch keine Spur vorhanden. Die Zahnleiste hat sich an der Stelle ihrer späteren Entstehung eben erst ganz leicht verdickt (Modell VI, Fig. 11). Mit dem Kieferepithel steht die Leiste nur noch stellenweise in Verbindung, verläuft zuletzt als ziemlich schmales Band noch eine Strecke weit im Bindegewebe des Zahnfleisches, steht auf der Oberseite des I. bleibenden Molaren mit dessen Schmelzorgan durch eine breite Verbindungsbrücke in Beziehung und endet dann kurz abgestutzt. Von der Anlage des II. Mo-

laren findet sich zur Zeit der Geburt noch keine Spur, wie ich in Uebereinstimmung mit Magitot gegenüber den irrigen Angaben Morgenstern's ausdrücklich hervorheben muss.

Was meine Untersuchungen über die weitere Entwicklung der Zähne bei Kindern betrifft, so kann ich mich ganz kurz fassen, da die makroskopischen Ergebnisse fast völlig mit den Angaben übereinstimmen, welche Zuckerkandl in seiner umfangreichen Arbeit in Scheff's Handbuch der Zahnheilkunde (Wien 1890) giebt. Wo Abweichungen vorkommen, da beruhen dieselben lediglich auf den grossen Variabilitäten, welche überhaupt und speciell nach der Geburt in der Entwicklung der Zähne vorkommen.

Kind, 4 Monate alt. Oberkiefer.

Die Krone des I. Milchschnidezahns ist 6—7 mm hoch. Geringe Wurzelbildung.

II. Milchschnidezahn: Krone 5 mm hoch.

Milcheckzahn: Krone $4\frac{1}{2}$ —5 mm.

Bei den Milchmolaren schwankt die Höhe zwischen 4 bis 5 mm und 3—4 mm. Der erste bleibende Molar zeigt 4 getrennte Zahnscherbeln von 1— $2\frac{1}{2}$ mm Höhe. Alle enthalten Zahnbein und Schmelz. Das Ende der Zahnleiste ist über dem I. bleibenden Molaren weiter nach hinten gewachsen und kolbig angeschwollen. Die Zahnsäckchen der bleibenden Schnidezähne haben einen Durchmesser von 3—4 mm, dasjenige des Eckzahns 2 mm. Zahnscherbeln sind bei ihnen noch nicht vorhanden.

Kind, 6 Monate alt. Unterkiefer.

I. Milchschnidezahn: Krone dem Durchbruch nahe, 2 bis $2\frac{1}{2}$ mm über der des Nachbarzahns stehend. Wurzel $3\frac{1}{2}$ bis 4 mm lang. Ihr tiefster Punkt steht höher als der des Nachbarzahns. Foramen apicale 2 mm weit.

II. Milchschnidezahn: Wurzel $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ mm lang. Foramen apicale 2 mm weit.

Milcheckzahn: Krone 6 mm hoch. Es zeigt sich die erste Spur von Wurzelbildung.

I. Milchmolar: Krone fast völlig ausgebildet, 4—5 mm hoch.

II. Milchmolar: Krone 3— $4\frac{1}{2}$ mm hoch.

I. bleibender Molar: Die einzelnen Zahnscherbehen sind noch nicht mit einander verwachsen, 2--3 $\frac{1}{2}$ mm hoch.

In das kolbig angeschwollene Ende der Zahnleiste hat sich von unten und vorn, also wiederum seitlich, die Papille des II. bleibenden Molaren eingestülpt.

Die Zahnsäckchen der bleibenden Schneidezähne haben etwa 5 mm Durchmesser. Es finden sich Zahnscherbehen von 2 $\frac{1}{2}$ —3 mm Höhe. Auch der bleibende Eckzahn hat ein Zahnscherbehen von 1 mm Höhe. In der Gegend der späteren Prämolaren ist die Zahnleiste kolbig angeschwollen.

Im Oberkiefer desselben Kindes ist die Krone des I. Milchschneidezahns noch 2 mm von der Zahnfleischoberfläche entfernt.

Kind 10 Monate alt. Oberkiefer.

I. Milchschneidezahn: Krone 5 mm weit durchgebrochen. Wurzel 7 mm lang. Foramen apicale 1 $\frac{1}{2}$ mm weit.

II. Milchschneidezahn: Krone 2 mm weit durchgebrochen. Wurzel 6--7 mm lang. Foramen apicale 2 mm weit.

Milch Eckzahn: Krone vollendet, 2 mm vom Durchbruche entfernt. Wurzel 3 mm lang. Foramen apicale 4 mm weit.

I. Milchmolar: Krone vollendet, dem Durchbruche nahe. Wurzeln schon von einander getrennt 4 mm lang. Foramina apicalia 1 $\frac{1}{2}$ --2 $\frac{1}{2}$ mm weit.

II. Milchmolar: Krone völlig entwickelt. Wurzeltheil 1 bis 2 $\frac{1}{2}$ mm lang. 3 Dentinspangen wachsen in die noch einheitliche Pulpa vor, wodurch die Abgrenzung der 3 Wurzeln von einander bewerkstelligt wird.

I. bleibender Molar: Die früher getrennten Zahnscherbehen sind zu einer 5--6 mm hohen Krone verwachsen. Das Alveolarseptum zwischen dieser und dem II. Milchmolar ist vollendet (Zuckerkandl fand dies erst 2 Monate später).

Am zweiten bleibenden Molaren ist keine bedeutende Aenderung eingetreten.

I. bleibender Schneidezahn: Krone 6--7 mm hoch, 9 mm breit.

II. bleibender Schneidezahn: Krone 4 mm hoch, liegt in schiefer Stellung hinter den beiden Nachbarkronen.

Bleibender Eckzahn: Krone 5 mm hoch.

I. Prämolare: ist soeben angelegt durch seit-

liche Einstülpung der Papille in die verdickte Partie der Zahnleiste. Die Anlage des II. Prämolaren befindet sich noch im Keulenstadium.

Kind 1 Jahr 6 Monate alt. Oberkiefer.

I. Milchschnidezahn: Wurzel 9—10 mm lang. Foramen apicale 1 mm weit.

II. Milchschnidezahn: Wurzel 7—8 mm lang. Foramen apicale von derselben Weite.

Milcheckzahn: Wurzel 5—6 mm lang. Foramen apicale 3 mm weit.

I. Milchmolar: Krone 4 mm weit durchgebrochen. Wurzeln getrennt 6 mm lang. Foramina apicalia $1\frac{1}{2}$ —2 mm.

II. Milchmolar: Krone noch 3 mm vom Durchbruche entfernt. Wurzeln 2—4 mm lang, noch nicht völlig getrennt von einander.

I. bleibender Molar: Krone 5 mm hoch.

II. bleibender Molar: besitzt ein eigenes Zahnsäckchen von $1\frac{1}{2}$ mm Durchmesser und liegt im Zahnfleische an der oberen hinteren Kante seines Vorgängers.

I. bleibender Schneideeckzahn: Krone 6 mm hoch.

II. bleibender Schneideeckzahn: Krone $3\frac{1}{2}$ mm hoch. Diese beiden Zähne sind demnach im Vergleich zu vorigem jüngeren Stadium weniger weit entwickelt.

Bleibender Eckzahn: Krone 5 mm hoch.

I. Prämolar: hat ein eigenes Zahnsäckchen von 2 mm Durchmesser mit eigener unvollständiger 1 mm hoher Alveole. Er liegt an der Grenze von Wurzel und Krone des II. Milchmolaren und besitzt noch kein Zahnscherbchen.

II. Prämolar: wurde soeben angelegt durch Einstülpung seiner Papille in den verdickten Schmelzkeim.

Kind 1 Jahr 8 Monate alt. Oberkiefer.

Gegenüber dem vorigen Stadium machen sich keine bedeutenden Aenderungen geltend. Nur der zweite Prämolar hat bereits auch ein eigenes abgegrenztes Zahnsäckchen von $1\frac{1}{2}$ mm Durchmesser.

Kind 2 Jahre alt. Oberkiefer.

Die Wurzeln der Milchschnidezähne sind völlig ausgebildet 10—11 mm lang.

Milchzahn: Wurzel 9 mm lang. Foramen apicale noch $2\frac{1}{2}$ mm weit offen.

I. Milchmolar: Wurzeln etwa 9 mm lang. Foramina apicalia $\frac{1}{2}$ —1 mm weit.

II. Milchmolar: Krone durchgebrochen. Wurzeln 6 mm lang stehen in gleicher Höhe mit dem unteren Ende des Zahnsäckchens vom Prämolare II. Foramina apicalia 2—3 mm weit.

I. bleibender Molar: Krone vollendet. Erste Spur von Wurzelbildung.

II. bleibender Molar: Zahnsäckchen erbsengross, liegt an der hinteren Fläche der Tuberositas des Oberkiefers in einer tellerförmigen Vertiefung. Von dieser aus läuft eine Knochenfurche zur Alveole des Vorgängers, in welcher die Reste der Zahnleiste eingebettet liegen. Es finden sich 4 Zahnscherbchen von 1— $2\frac{1}{2}$ mm Höhe.

I. bleibender Schneidezahn: Krone vollendet etwa 8 mm hoch.

II. bleibender Schneidezahn: Krone 6—7 mm hoch. Ihre Basis liegt in gleicher Höhe mit der Wurzelspitze des Milchzahns.

Bleibender Eckzahn: liegt sehr tief im Kiefer verborgen. Die Spitze seiner 6—7 mm hohen Krone steht in gleicher Höhe mit dem Wurzelende des Milchzahns.

I. Prämolare: Das etwa 6 mm dicke Zahnsäckchen liegt von eigener Alveole umschlossen zwischen den Wurzeln des I. Milchmolaren. Es sind 2 getrennte Zahnscherbchen vorhanden. Das labiale ist grösser 4 mm hoch, das linguale 2 mm.

II. Prämolare: hat noch keine eigene Alveole, sondern liegt frei innerhalb derjenigen seines Vorgängers dessen Gaumenwurzel angelagert. Zahnsäckchen 5 mm dick. Labiales Zahnscherbchen $2\frac{1}{2}$ mm, linguales 1 mm hoch.

Der Unterkiefer desselben Kindes bietet einige Abweichungen, indem hier beim II. bleibenden Molaren noch keine Zahnscherbchen vorhanden sind. Der erste Prämolare hat nur ein $3\frac{1}{2}$ mm hohes Zahnscherbchen auf dem labialen Höcker; der zweite Prämolare ein eben solches von 1 mm Höhe.

Kind $3\frac{1}{4}$ Jahre alt. Oberkiefer.

Die Milchschneidezähne sind wie im vorigen Stadium in ihrer Ausbildung vollendet mit etwa 11 mm langer Wurzel. Dagegen

ist die ebenfalls 11 mm lange Wurzel des Milcheckzahnes noch nicht fertig gebildet, sondern hat noch ein 1 mm weites Foramen apicale.

Die Wurzelbildung am I. Milchmolar ist vollendet. Wurzeln 8—9 mm lang.

II. Milchmolar: Wurzeln noch nicht vollendet 6—7 mm lang. Foramina apicalia 1—2 mm weit.

I. bleibender Molar: Krone völlig entwickelt. Wurzelbildung 1—1½ mm lang. Noch keine Andeutung von Trennung der Wurzeln.

II. bleibender Molar: zeigt fast dieselben Verhältnisse, wie im vorigen Stadium. Doch sind Zahnscherbchen nur rechts vorhanden, während sie links noch fehlen. Ueber dem Molar II frei im Zahnfleische liegt das leicht verdickte Ende der Zahnleiste. Die Einstülpung der Papille für den Weisheitszahn hat noch nicht stattgefunden.

I. bleibender Schneidezahn: Krone vollendet 8—9 mm hoch. Wurzel 1 mm lang entwickelt.

II. bleibender Schneidezahn: Krone 7 mm hoch, noch nicht ganz vollendet.

Bleibender Eckzahn: liegt ganz in der Tiefe, zum Theil unter dem I. Prämolare. Krone 8—9 mm Höhe.

I. Prämolar: liegt von eigener Alveole umschlossen zwischen den Wurzeln seines Vorgängers. Beide Zahnscherbchen zu einer einheitlichen 5—6 mm hohen Krone verschmolzen.

II. Prämolar: hat dieselbe Lagerung wie der vorige. Zahnscherbchen noch getrennt, labiales 2—2½ mm, linguales 1 mm hoch.

Was die erste Anlage des Weisheitszahnes betrifft, so kann ich darüber keine eigenen Angaben machen. Magitot giebt an, dass derselbe im 3. Lebensjahre entstände. Bei meinem Stadium von 3¼ Jahre war die Einstülpung der Papille noch nicht erfolgt. Dieser Vorgang wird sich selbstredend wieder genau ebenso gestalten, wie bei Entstehung des Molar II, indem sich die Papille von unten resp. oben und vorn, also seitlich in das verdickte Ende der Zahnleiste einstülpt. Es ist somit die Möglichkeit gegeben, dass die Leiste hinter und über dem Weisheitszahn horizontal nach hinten weiter wächst und somit vielleicht Anlass giebt zur Entstehung eines vierten Molaren. In der That fand

Zuckerkandl¹⁾ bei einem Kinde von 12 Jahren hinter dem Weisheitszahn ein Knochengrübchen und darin einen Fortsatz der Kieferschleimhaut, welchen er ganz richtig als rudimentäre Anlage eines 4. Molaren, also als letzten Rest der Zahnleiste deutet. Ob nun das Ende der Zahnleiste öfter hinter dem Weisheitszahn etwas weiter wächst, oder, wie wahrscheinlich, meist ganz in der Anlage des Weisheitszahnes aufgeht, darüber können nur weitere zahlreiche Untersuchungen von 10—20jährigen Menschenkiefern Aufschluss geben. Zuckerkandl fand die erste Anlage des Weisheitszahnes im 5. Lebensjahre, und dürfte dies nach meiner Anschauung in der That das Durchschnittsalter für die Entstehung dieses Zahnes sein.

Meine Untersuchungen über die feineren Details in der Histogenese der Zähne sind noch nicht zum Abschlusse gediehen. Doch stimme ich im Grossen und Ganzen den Anschauungen bei, welche V. v. Ebner in dem oben erwähnten Handbuche der Zahnheilkunde darlegt. Die Darstellung von der Histogenese des Schmelzes und Zahnbeins, welche Morgenstern in demselben Werke giebt, ist, wie schon erwähnt, als vollkommen verfehlt zu betrachten. Die Fehlerquellen liegen für jeden Unbefangenen so auf der Hand, dass es unnöthig erscheint, näher darauf einzugehen.

Bekanntlich sind die Autoren bezüglich der Entwicklung von Zahnbein und Schmelz in zwei Lager geschieden mit den Devisen: Secretion (Kölliker u. a.) oder Umwandlung (Waldeyer u. a.). Wie v. Ebner ganz richtig ausführt, liegt hierin gar nicht der springende Punkt der Frage, sondern es handelt sich zunächst darum: Sind es von Anfang bis zu Ende dieselben Zellen, welche die Bildung der Hartsubstanzen besorgen, oder treten immer neue Zellen an Stelle der durch Umwandlung völlig zu Grunde gegangenen? Nach meinen bisherigen Beobachtungen muss ich mich der ersteren Ansicht anschliessen. Ob nun die Enden der Zellen die Grundsubstanz der Hartgebilde einfach secerniren oder, wie wahrscheinlich, sich direct in dieselbe umwandeln und die Zellen dann am entgegengesetzten Pole, wo der Kern liegt,

1) Dr. Julius Scheff's Handb. der Zahnheilkunde. Wien 1890.



immer weiter wachsen, dies ist eine bisher offene, aber mehr untergeordnete Frage.

Gleichwie das schon Waldeyer einmal vorgeschlagen hat, möchte ich mir noch einmal den Vorschlag erlauben, das Schreckgespenst der „membrana praeformativa“ aus der Litteratur zu verbannen. Eine *membrana praeformativa* in Form eines spezifischen Häutchens giebt es nicht; sie ist stets ein Kunstproduct, nämlich entweder eine Schicht noch unverkalkten Zahnbeins oder eine Schicht unverkalkten Schmelzes. Will man durchaus den Namen beibehalten, so muss man stets darüber in Klarheit sein, dass es dann zwei *membranae praeformativae* giebt, die äusserste Schicht des Schmelzes und die innerste des Zahnbeins. Zur Zeit, wo sich Zahnbein und Schmelz gleichzeitig entwickeln, liegen diese beiden sogenannten Membranen selbstredend unmittelbar aufeinander und in diesem Zustande hat sie meiner Auffassung nach Raschkow beschrieben. Sollte sich einmal das Dentin ein wenig früher angelegt haben als der Schmelz oder umgekehrt, so würde man natürlich für kurze Zeit nur eine sogenannte *membrana praeformativa* haben. Je mehr sich Schmelz und Zahnbein ablagern, desto weiter rücken diese sogenannten Membranen auseinander, hängen aber an der Basis des sich entwickelnden Zahnes immer noch zusammen, ähnlich wie zwei in einander geschachtelte Kegelmäntel von ungleicher Höhe aber gleicher Grundfläche. Vollkommen getrennt von einander werden sie erst von dem Augenblicke an, wo die Schmelzablagerung aufhört und die Wurzelbildung beginnt. Das äussere Häutchen nennt man auch Huxley'sches Häutchen. Dasselbe ist identisch mit Nasmyth's Membran und wird schliesslich zum Schmelzoberhäutchen, welches nichts weiter darstellt, als das letzte etwas modificirte unverkalkte Umwandlungsproduct der Schmelzzellen. Das innere Häutchen, die eigentliche Raschkow'sche Membran, besteht aus dem noch unverkalkten Dentinknorpel und liegt demgemäss immer an der Grenze von Pulpa und Dentin. Wie schon Baume erwähnt, kann man dies Häutchen jederzeit darstellen, indem man Schliffe von embryonalen Zähnen macht. Während dann die verkalkten Zahnbeinschichten gleichmässig abgeschliffen werden, bleibt die Knorpelschicht als zähes, elastisches Häutchen in continuo bestehen und bleibt am Schliffe in Fetzen hängen, ebenso

etwa wie die theilweise hängenbleibende Schale einer Obstfrucht oder gekochten Kartoffel, wenn man dieselbe durchschneidet. Betrachtet man dieses Häutchen unter dem Mikroskope, so erscheint es vielfach siebartig durchlöchert. Diese scheinbaren Löcher stellen den Querschnitt der Toms'schen Fasern dar.

Waldeyer nahm früher an, dass das Schmelzoberhäutchen durch Umwandlung aus dem äusseren Schmelzepithel entstünde. Schon Kollmann wies das Irrige dieser Anschauung nach. Es findet sich allerdings in vielen Fällen bei durchbrechenden Zähnen über dem Schmelzoberhäutchen noch eine Schicht abgeplatteter Epithelzellen, die Reste des Schmelzorgans. Diese Schicht ist es auch, welche bei Säuglingen die schmutzig gelbe Farbe der durchbrechenden Zähne bedingt. Diese Schicht, welche sich z. B. in ähnlicher Weise auch auf den noch unbenutzten Zahmplatten von *Protopterus* findet, wird aber bald abgestreift und hat mit dem Schmelzoberhäutchen nichts zu schaffen. Auch die Ansicht von Tomes, Wedl, Magitot und Baume, wonach jenes Häutchen aus Kronencement bestehen soll, ist unhaltbar, seitdem mehrfach nachgewiesen wurde, dass z. B. bei Nagern unter dem Kronencement noch ein eigentliches Schmelzoberhäutchen existirt. Ob überhaupt beim Menschen Kronencement je vorkommt, oder ob die Vermuthung von v. Ebner und Schwalbe richtig ist, wonach die von Tomes, Baume u. a. gefundenen Knochenlacunen eingekeilte Zellen aus dem Steinkerne einer Birne sind, darüber sind die Akten noch nicht geschlossen. Aber selbst wenn das letztere nicht der Fall wäre, und sich ausnahmsweise auch beim Menschen ab und zu Kronencement vorfände, so würden dadurch unsere Ansichten von der wahren Natur des Schmelzoberhäutchens in keiner Weise beeinflusst werden können.

Wie ich schon oben erwähnte, ist die Bildung von Zahnbein stets abhängig von der Anwesenheit einer epithelialen Schmelzmembran. Vor einigen Jahren wies v. Brunn¹⁾ nach, dass bei Zähnen von Nagern nach Abschluss der Schmelzbildung das Schmelzepithel weiterwachse und gleichsam die Ma-

1) A. v. Brunn, Ueber die Ausdehnung des Schmelzorgans und seine Bedeutung für die Zahnbildung. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. 29, 1887.

trize abgebe für die Form der Wurzeln. Hertwig¹⁾ nannte bei Amphibien diesen nicht zur Schmelzbildung verwendeten Theil des Schmelzorgans Epithelscheide, einen Namen, welchen v. Brunn adoptirt. Tomes²⁾ wies diese Epithelscheide nach bei den schmelzlosen Zähnen von *Tatusia peba*, Pouchet et Chabry³⁾ bei *Bradypus tridactylus*, ich selbst neuerdings bei *Tatusia hybrida*, *Dasyus novemcinctus*, sowie beim Opossum. V. v. Ebner giebt an, dass er bei einem Kinde von 3½ Jahren am Milcheckzahne diese Epithelscheide nicht auffinden konnte. Demgegenüber kam ich auf Grund meiner Untersuchungen die Angaben, welche v. Brunn von Nagerzähnen macht, auch beim Menschen in jeder Hinsicht bestätigen.

Bei Säugethieren mit bewurzelten Zähnen findet sich Schmelz nur in der Ausdehnung, als vorher die Sternzellenschicht der Schmelzpulpa angelegt war. Nun zeigen sich beim Neugeborenen an der Basis der sich bildenden Krone vom Milcheckzahne und lateralen Schneidezahne noch Reste der Schmelzpulpa. An deren unterstem Ende gehen die umsäumenden Schichten des inneren und äusseren Schmelzepithels, wie auch früher, direct ineinander über; die Schmelzbildung ist eben noch nicht abgeschlossen. Das äussere Epithel ist allerdings nach oben zu nur eine kurze Strecke in seiner Continuität erhalten und wird dann in der früher beschriebenen Weise aufgelöst.

Beim mittleren Milchschnidezahne liegen die Verhältnisse anders. Hier ist die Schmelzbildung soeben abgeschlossen, der letzte Rest der Schmelzpulpa verschwunden. Inneres und äusseres Epithel liegen nun direct aufeinander und bilden um die nach unten wachsende Wurzelpulpa ringsum eine epitheliale Scheide, welche unterhalb der Schmelzgrenze nach innen zu zunächst eine kleine Strecke Zahnbeins, weiterhin die sich bildende Odontoblastenschicht begrenzt. Aehnlich wie das v. Brunn in Figur 5

1) O. Hertwig, Ueber das Zahnsystem der Amphibien etc. Archiv für mikr. Anatomie Bd. 11, 1874. Supplementheft.

2) Ch. Tomes, On the Existence of a Enamel Organ in Armadillo. Quart. Journ. of microsc. sc., S. 44.

3) Pouchet et Chabry, Contributions à l'odontologie de mammifères. Journ. de l'anat. et de la physiologie, XX, 149.

und 6 seiner Arbeit darstellt. Im vorliegenden Stadium lassen sich die beiden Epithelschichten noch deutlich erkennen und haben ihren früheren Charakter gewahrt. Später wird daraus eine einzige Schicht mit ziemlich abgeplatteten Zellen von derselben Form, wie sie früher das äussere Schmelzepithel besass. Diese Schicht ist, wie v. Brunn ganz correct beschreibt und in Figur 7 abbildet, immer nur eine kurze Strecke von der Spitze der wachsenden Wurzel aus nach oben hin verfolgbar und wird sodann durchwachsen und aufgelöst von den Zellen des nun in Function tretenden Cementorgans. Die Epithelscheide und mit ihr das Zahnbein wächst so lange weiter, bis die Wurzelbildung nahezu vollendet ist. Die Spitze der Wurzeln wird bekanntlich nur von Cement gebildet. Dieses Letztere scheint sehr spät erst gebildet zu werden, wenigstens fand ich es z. B. auf der 6—7 mm langen Wurzel eines eben durchgebrochenen lateralen Milchschnidezahns vom 10 monatlichen Kinde nur in ganz dünner Schicht. Meine Untersuchungen hierüber sowie über das Verhältniss des Zahnsäckchens zum späteren Periost der Alveole sind noch nicht abgeschlossen.

Die Principienfrage des Diphyodontismus will ich hier nur kurz berühren. Verschiedene Forscher, besonders Archäologen, behaupten, dass dieser Diphyodontismus nur scheinbar sei und sich in Wahrheit kein principieller Unterschied zwischen Milchzähnen und bleibenden Zähnen finde. Auch Baume vertritt diese Ansicht mit einem grossen Aufwand von Dialektik. Diese Forscher stützen sich besonders auf die Thatsache, dass bei den Beutelhieren, Cetaceen und Edentaten kein oder nur ein theilweiser Zahnwechsel stattfindet.

Die Möglichkeit zugegeben, dass die vielreihige Bezahnung der niederen Vertebraten bei den früheren Zwischenformen zwischen Reptil und Säuger sich völlig zurückgebildet haben könne bis auf eine Reihe, wie sie bei Edentaten und Beutlern vorkommt, dann müsste doch das Schmelzorgan ganz in der Bildung dieser einen Zahnreihe aufgehen. Nun fand ich aber, dass auch bei *Tatusia*, *Dasypus* und *Didelphys* die in Entwicklung begriffenen Zähne sich abscnüüren von der Zahnleiste und diese letztere als zusammenhängendes Band fortbesteht, ganz ähnlich, wie dies beim Menschen der Fall ist. Dass bei jenen Thieren sich meistentheils keine zweite Zahnreihe ausbildet, ist eine

ganz secundäre Abänderung, ein weiterer Rückbildungsprocess. Dass bei den directen Vorfahren jener weit seitlich vom Hauptstamme abgezweigten Thiergattungen ein wirklicher Zahnwechsel vorkam, das beweist das Vorhandensein einer gut erkennbaren Zahnleiste hinter der Reihe der ausgebildeten Zähne.

Im Gegensatze zu dem reducirten Zahntypus der Edentaten stellt nach meiner Ansicht der wurzellose, immerwachsene Zahn das höchste Princip der Zahnentwicklung dar. Hier ist thatsächlich der betreffende Theil der Zahnleiste ganz in der Bildung des Zahnes aufgegangen. Diese Zähne schnürten sich nie von der Leiste ab, derart, dass dieselbe hinter ihnen weiter wächst.

Also kurz: Die Zahnentwicklung ist beim Menschen und bei Säugern im Princip genau dieselbe, wie bei den niederen Vertebraten, nur mit dem Unterschiede, dass der vielfache Zahnwechsel jener Thiere bei Säugern meist zu einem einfachen Zahnwechsel zusammengedrängt erscheint. Auch bei Selachiern wächst die Zahnleiste nicht allein nach hinten, sondern dehnt sich auch allmählich seitlich aus, so dass die hinteren Zahnreihen zahlreichere Zähne haben, als die vorderen. Es finden sich also in den hinteren Reihen distalwärts Zähne, welche in den vorderen Reihen keine Vorgänger haben. Aehnlich verhält es sich mit den bleibenden Molaren des Menschen. Die Milchzahnreihe entspricht den ersten zusammengedrängten Zahnreihen der niederen Vertebraten. Die Reihe der bleibenden Zähne ist entstanden durch allmähliche Reduction aller folgenden Zahnreihen in eine einzige.

III. Zusammenfassung der Resultate und Vergleich mit den Angaben früherer Autoren.

Die Zahl der bisher über Zahnentwicklung und Histogenese geschriebenen Arbeiten ist ausserordentlich gross. Zahlreiche Litteraturangaben finden sich in den Arbeiten von Kölliker¹⁾,

1) Kölliker, „Entwicklungsgeschichte des Menschen“ 1879. — „Handbuch der Gewebelehre“ 1889.

Waldeyer¹⁾, Kollmann²⁾, Herz³⁾, Morgenstern⁴⁾, v. Ebner (Handbuch der Zahnheilkunde). Ebenda wird nächstens ein vollständiges Litteraturverzeichnis von Dr. Sternfeld erscheinen. An dieser Stelle werde ich daher nur auf die wichtigste neuere Litteratur etwas näher eingehen.

Bekanntlich war es Marcusen, welcher zuerst 1849 die epitheliale Herkunft des Schmelzorgans entdeckte und schon sehr genaue Beschreibung des äusseren Epithels etc. giebt. Gegenüber der herrschenden Ansicht von Goodsir konnte derselbe aber ebensowenig durchdringen als wie Husley, der sich ihm anschloss.

Im Jahre 1863 endlich stellte Kölliker diese epitheliale Abstammung ausser Zweifel in seiner bekannten Arbeit: „Die Entwicklung der Zahnsäckchen der Wiederkäuern.“ Kurz nachher erschienen mehrere Arbeiten von Waldeyer, worin derselbe die Angaben von Kölliker beim Menschen bestätigte und erweiterte. Die erste Entwicklung hat Waldeyer nicht gesehen und pflichtet daher ebenfalls der irrigen Ansicht von Robin und Magitot bei, wonach sich die Zähne im Unterkiefer früher entwickeln sollen als im Oberkiefer. Die erste Anlage geschieht, wie oben erwähnt, in beiden Kiefern ziemlich gleichzeitig. Richtig ist allerdings, dass die Zahnleiste in der Gegend des Zwischenkiefers bei weiterem Wachsthum stets relativ niedrig bleibt und hier auch in ihrer Continuität am frühesten unterbrochen wird.

Da Waldeyer die gemeinsame Anlage von Lippenfurchenleiste und Zahnleiste nicht gesehen hatte, so deutet er die meist durch Resorptions- oder auch Macerationerscheinungen aufgequollenen Epithelien der Lippenfurchen und des späteren Lippenwells nicht als Reductionsvorgänge, sondern als neue Wucherung, ein Irrthum, der dann schon von Kollmann erkannt und richtig gestellt wurde.

Waldeyer sagt ganz richtig: Beim Menschen ist zur Zeit

1) W. Waldeyer, „Bau und Entwicklung der Zähne“ in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 1871.

2) J. Kollmann, „Entwicklung der Milch- und Ersatzzähne beim Menschen“. Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. 20, 1870.

3) Hertz, Untersuchungen über den feineren Bau und die Entwicklung der Zähne. Virchow's Archiv Bd. 37, 1866.

4) Morgenstern, Untersuchungen über den Ursprung der bleibenden Zähne. Monatsschrift für Zahnheilkunde. 1885.

der ersten Zahnanlage der Kiefer glatt vom Epithel überzogen, ohne Furchen und Leisten: die erste Zahnanlage ist also früher da, als irgend eine Zahmfurche oder ein Zahnwall. In seinen Figuren (auf Tafel IV der Königsberger medicinischen Jahrbücher vom Jahre 1864) stellt Waldeyer das wagerecht nach hinten gerichtete Wachsthum der Zahnleiste, sowie die seitliche Einstülpung der Papille sehr correct dar, ohne freilich die wesentliche Bedeutung dieses Vorganges zu kennen. Bezüglich der ersten Anlage der secundären Schmelzkeime hat sich Waldeyer geirrt. Was er in seinen Figuren 4 und 5 als solche darstellt, sind bedeutungslose Ausstülpungen der Leiste resp. der Zahnanlage. Bei den angegebenen jungen Stadien hat eine Abschnürung der Milchzahnanlagen von der gemeinsamen Leiste noch nicht stattgefunden. In einer späteren Arbeit beschreibt dann Waldeyer die Entstehung der Ersatzzähne ebenso wie Kölliker und Kollmann durch „Wucherung aus dem Halse des Schmelzorgans.“ Bezüglich der weiteren Schicksale der Zahnleiste theilt Waldeyer den Irrthum von Kölliker, Kollmann und allen bisherigen Forschern, indem er die Continuität derselben sehr früh zu Grunde gehen lässt, sodass schon in der 14. bis 15. Woche (nach Kollmann) die einzelnen Schmelzorgane völlig von einander isolirt seien und jeder einzelne nur noch durch einen schlauchförmigen Verbindungsstrang mit dem Epithel des Kiefers zusammenhinge. Diesen Strang nennt Waldeyer „Hals des Schmelzorgans“, ein Name, der dann später auch auf die Querschnitte der Verbindungsbrücken übertragen worden ist. Es wurde schon oben auseinandergesetzt, wie wenig geeignet dieser aus einer irrigen Anschauungsweise entstandene Name für die Darstellung des thatsächlichen Befundes ist.

Hertz kommt in seiner Arbeit im Allgemeinen zu denselben Resultaten, wie seine beiden Vorgänger, nur verwechselt er den bei Wiederkäuern im Bereiche der Backenzähne vorhandenen epithelialen Zahnwall Kölliker's mit dem Kieferwall Waldeyer's und übt an der sehr correcten Darstellung des letzteren Autors ungerechtfertigte Kritik, ohne zu bedenken, dass in vielfacher Hinsicht doch noch Unterschiede existiren in der Entwicklung von Mensch und Rind. Die erste Anlage der Ersatzzähne glaubt Hertz zu finden theils in einer doppelten Anlage der

Zahnleiste (Fig. 2), theils in Wucherungen der Leiste direct unter der Schleimhaut (Fig. 4). Beides ist unrichtig, wie schon Kollmann nachwies. Was Hertz darstellt, ist theils die Anlage der Sublingualis, theils eine unwesentliche Wucherung der Leiste, wie sie ja später vielfach auftritt. Von der Anlage der Ersatzzähne ist in Wahrheit bei so frühen Embryonalstadien nichts zu sehen.

Auch Kollmann hat die erste Anlage der Zahnleiste nicht beobachtet. Er findet diese zuerst um die achte Woche (60—65. Tage) als „jenen zusammenhängenden, an einzelnen Stellen knotig angeschwollenen Strang von Epithelien, der hufeisenförmig auf dem ähnlich angelegten Kiefer liegt und schon längst den deutschen Beobachtern bekannt ist“. Auch diesem Autor ist die früher gemeinsame Anlage von Zahnleiste und Lippenfurchenleiste unbekannt, doch schildert er gegenüber Waldeyer die Anlage der Lippenfurchen sehr correct als hervorgegangen durch oberflächliche Resorption der in die Tiefe gewachsenen Epithelien. Auch Kollmann giebt irriger Weise an, dass die Zahnanlage im Unterkiefer früher entstände als im Oberkiefer. Ferner theilt er die irrige Anschauung, dass die Zahnleiste in continuo sehr früh zu Grunde gehe und nun jedes Schmelzorgan abgeschlossen für sich fortbestehe. Hinsichtlich der Anlage der Ersatzzähne theilt Kollmann die Annahme Kölliker's, wonach dieselben durch seitliche Wucherung der Epithelzellen im sogenannten „Halse des Schmelzorgans“ hervorgehen sollen. Kollmann giebt aber ausdrücklich an, dass die Zellen, welche Kölliker's „secundäre Schmelzkeime“ bilden, nicht aus der Milchzahnanlage heraus gewuchert sind. Aus seiner Darstellung geht deutlich hervor, dass er die secundären Schmelzkeime für directe Fortsetzungen der Reste der ursprünglichen Zahnleiste hält, die er sich allerdings nicht als siebartig durchlöchernte Platte, sondern in 20 völlig isolirte schlauchartige Epithelgebilde zerlegt denkt. Ferner hat Kollmann die progressive Entwicklung der Zahnanlagen von vorn nach hinten schon ganz richtig erkannt, eine Thatsache, die ich gegenüber Morgenstern betonen muss, weil derselbe die Priorität jener Entdeckung für sich in Anspruch nimmt. Die Darstellung, welche Kollmann von der bei älteren Föten sichtbaren Zahnfurchen und den sie begrenzenden Zahnwällen giebt,

stimmt mit meinen eigenen Beobachtungen im Princip genügend überein. Auch schreibt Kollmann gleich mir jedem Reste der Zahnleiste die Fähigkeit zu, gelegentlich zu wuchern und Anlass zur Entstehung von Zahngeweben jeder Art zu geben.

Die relativ meisten Arbeiten über Entwicklung und Histogenese der Zähne hat unstreitig Magitot geschrieben, theils in Verbindung mit Robin, theils mit Legros. Nächst mir hat der französische Forscher die meisten menschlichen Fötalstadien untersucht hinsichtlich ihrer Zahnentwicklung. Auch er sah die erste Anlage nicht, wie ich aus seiner letzten Arbeit vom Jahre 1881 ersehe. Die erste Anlage lässt er zwischen dem 40. bis 50. Tage entstehen, wobei jedoch zu betonen ist, dass das Alter seiner kleineren Embryonen viel zu gering taxirt wurde. So nennt er einen Embryo von 3 cm Länge 7 Wochen alt statt $9\frac{1}{2}$ —10; einen Embryo von 3—4 cm Länge 9 Wochen statt 11 etc. Magitot überzeugte sich erst ziemlich spät von der Wahrheit der Darstellung, welche unsere genannten deutschen Forscher über die Entwicklung der Zahnleiste gaben. Bezüglich der Anlage der Ersatzzähne schliesst er sich später an Kölliker an und betont besonders, dass die Zellen der secundären Schmelzkeime aus den Verbindungssträngen der Milchzähne herauswuchern sollen. Ob diese Verbindungsstränge, „der Hals des Schmelzorgans“, zum Milchzahne gehöre oder zur Leiste, darüber spricht sich Magitot vorsichtiger Weise nicht näher aus, ebenso wenig wie Waldeyer, Kölliker und Hertz. Im Uebrigen beschreibt Magitot die Wucherungen des äusseren Schmelzepithels, sowie die Wucherungen und Rückbildungen der Zahnleiste sehr correct, ohne freilich ein genügendes körperliches Bild von diesen Vorgängen zu haben. Dies kann man sich eben im vorliegenden Falle fast nur durch Reconstruction verschaffen.

Morgenstern fusst ganz auf den Untersuchungen von Magitot, geht aber noch weiter als der französische Forscher, indem er die sogenannten „Verbindungswurzeln“, die Querschnitte meiner oben beschriebenen Verbindungsbrücken, durchaus zum Milchzahne rechnet und somit die bleibenden Zähne durch Wucherung aus dem Schmelzorgane der Milchzähne hervorgehen lässt. Wie verfehlt diese Anschauung ist, geht aus den oben mitgetheilten Befunden hervor. Weiter betont Morgenstern

die schon von Kollmann genügend erkannte und eigentlich selbstverständliche continuirliche Entwicklung der Zahnleiste und Zähne von vorn nach hinten. Endlich gibt er eine ziemlich unklar gehaltene Schilderung über die Entstehung der beiden letzten Molaren. Danach soll der erste und dritte Molar direkt aus der Zahnleiste, der zweite aber schon im 6. oder 7. Fötalmonate aus dem Schmelzorgane des ersten Molaren entstehen. Nach Magitot entsteht der zweite Molar aus dem Halse des ersten im dritten Monate nach der Geburt, der Weisheitszahn in ähnlicher Weise aus dem zweiten Molaren im dritten Lebensjahre. Es ist möglich, dass die genannten Keime in den Präparaten Magitot's um diese Zeit schon vorhanden waren; ich selbst habe sie erst später nachweisen können.

Eine bemerkenswerthe Arbeit über Zahnentwicklung in der Neuzeit stammt von R. Baume¹⁾. Derselbe geht von der durchaus unbegründeten Annahme aus, dass die meisten früheren Forscher die Ersatzzähne als Abkömmlinge der Milchzähne betrachteten. (Mit Ausnahme von Morgenstern sowie anscheinend von Tomes thut dies keiner der früheren Autoren in ausgesprochener Weise.) Nun hat Baume vergleichend anatomische Forschungen angestellt und hat den ganz richtigen Grundgedanken, dass der bleibende Zahn direkt aus der Epithelleiste entstehen müsse und nicht vom Milchzahne abstammen könne. Dass schon Kollmann dieselbe Ansicht hatte und überhaupt von allen Forschern der Wahrheit am nächsten kam hinsichtlich Entstehung der bleibenden Zähne, dies und noch einige andere Angaben der Litteratur übersah Baume oder hebt sie wenigstens nicht genügend hervor.

Baume hat alle möglichen Thierspecies untersucht, aber, wie mir scheint, keines mit der nöthigen Gründlichkeit und in der nöthigen fortlaufenden Reihenfolge. Bezüglich der ersten Entwicklung schliesst er sich eng an Waldeyer und Kölliker an. Dagegen lässt er Kölliker's secundäre Schmelzkeime entgegen den Angaben aller bisherigen Autoren nicht zum Keime der Ersatzzähne werden, sondern behauptet, diese Keime gingen ebenso zu Grunde wie der grösste Theil der Zahnleiste und wie

1) Baume, Odontologische Forschungen. 1882. — Lehrbuch der Zahnheilkunde. 1890.

ihre Verbindungsbrücken. Nun seien die Milchzähne völlig isolirt. „Ein Verbindungsstrang des Milchzahnes mit dem bleibenden ist, wie ich (Baume) nochmals hervorheben muss, längst verloren gegangen. Die Autoren, welche hier einen Verbindungsstrang abbilden, haben sich nicht recht orientirt. Ein dunkler Saum, wie wir ihn stets in der Umgebung der Zahnanlagen finden, täuscht sehr leicht einen Zusammenhang mit dem Mundhöhlenepithel in Form eines Verbindungsstranges vor. Dieser Saum erweist sich aber bei genauer Betrachtung nicht als Epithel, sondern als Bindegewebe der Umgebung.“ Die bleibenden Zähne lässt Baume nach seiner Schätzung im letzten Viertel der Schwangerschaft entstehen und zwar direkt unter dem Zahnfleische aus den Resten der Zahnleiste, welche mit dem Mundhöhlenepithel mehr oder minder in Verbindung geblieben sind.

Die Fehlerquellen Baume's liegen offen zu Tage. Baume hat nicht in genügender Reihenfolge die verschiedenen embryonalen Stadien, speciell der späteren Zeit untersucht, verfügte auch anscheinend damals noch nicht über die feine mikroskopische Technik, um in jedem Falle Epithelreste von verdichteten Bindegewebssträngen unterscheiden zu können. Und so kam er infolge seiner nicht genügenden Untersuchungen aber reichen Phantasie zu falschen Deutungen.

G. Pouchet et L. Chabry (contributions à l'odontologie des Mammifères, Journal de l'anatomie et de la physiologie Bd. XX 1884) geben bei der Zahnentwicklung vom Schaaf und anderen Mammalien über die Entstehung der Lippenfurche genau dieselbe Darstellung, wie ich sie oben beim Menschen entwickelt habe. Den Epithelwall im Bereiche der Backenzähne der Wiederkäuer nennen sie „mur saillant“, die Lippenfurchenleiste „mur plongeant“. Von der letzteren behaupten sie sehr correct, dass sie sich in der ganzen Ausdehnung des Kiefers erstreckt, selbst an Stellen, wo später keine Zähne stehen z. B. in der Schneidezahnregion des Oberkiefers. In Uebereinstimmung mit Waldeyer und mir kommen die beiden Autoren zu dem Schlusse, dass die Zahnwälle, auf welche frühere Autoren soviel Werth legten, auch bei Wiederkäuern keine wesentlichen Beziehungen zur Entwicklung der Zähne haben. „En effet ce mur plongeant occupe chez l'embryon de 4 cent (mouton) la place, que prendra

plus tard la sillou labio-gingival; il en présente la forme et les dimensions.“

Zuckerkaudl und v. Ebner, welche in ihren Arbeiten die Zahnentwicklung auch leicht streifen, stehen auf demselben Standpunkte wie Kolliker, Kollmann und Waldeyer.

Zum Schlusse möchte ich die Punkte noch einmal hervorheben, welche in meiner Arbeit neu oder näher präcisirt erscheinen:

1) Die erste Spur der Zahnleiste findet sich gleichzeitig in beiden Kiefern in Gestalt einer auf Durchschnitten halbkugeligen, aus noch nicht differenzirten ründlichen Zellen bestehenden Wucherung des Kieferepithels und zwar im embryonalen Alter von 34—40 Tagen. Der Meckel'sche Knorpel beginnt um die Zeit gleichfalls sich anzulegen.

2) Schon beim Embryo von 17 mm im Alter von etwa 48 Tagen hat sich die einfache Leiste in zwei senkrecht zu einander liegende secundäre Leisten gespalten. Die flachere lotrecht in den Kiefer hinein verlaufende ist die Lippenfurchenleiste, die höhere wagerecht nach hinten gehende ist die eigentliche Zahnleiste. Um diese Zeit besteht die tiefste Schicht des Epithels schon aus hohen Cylinderzellen.

3) Die Lippenfurehe und damit die Abgrenzung des Lippenwalles vom Kieferwalle entsteht in der Weise, dass entsprechend dem weiteren Wachsthum der Lippenfurchenleiste in die Tiefe die oberflächlichsten Schichten des Epithels der Leiste resorbirt werden. Infolge dessen kommt es zur allmählich von der Mitte nach beiden Seiten fortschreitenden völligen Trennung von Zahnleiste und Lippenfurchenleiste, von Lippe und Kiefer.

4) Die Zahnfurehe, wie man am Besten die seichte Furehe bezeichnet, welche entlang der Verbindungslinie von Zahnleiste und Kieferepithel verläuft, findet sich anfangs auf der Vorderseite des Kieferwalls und wandert dann, ebenfalls wieder progressiv von der Mitte nach hinten fortschreitend, in Form einer Schraubenlinie über die Höhe des Kiefers nach dessen hinterer Fläche.

5) Die Zahnleiste, welche anfangs im Kiefer horizontal nach hinten verläuft, verändert infolge des Wachsthums der Milchzähne

gleichzeitig ihre Lage und stellt sich in leichtem Bogen mehr und mehr senkrecht.

6) Die Zahnleiste nimmt an ihrer freien Kante einen wellenförmigen Verlauf. Die 10 Wellenberge wachsen zu kolbigen Epithelverdickungen an und stellen die erste Anlage der Milchzähne dar.

7) In der 10. Woche, beim Embryo von 3.2 cm, beginnt entweder gleichzeitig oder in rascher Reihenfolge die Einstülpung der Papillen in die vorhin erwähnten Verdickungen, und zwar stülpen sich diese bindegewebigen Papillen nicht am tiefsten Punkte jener ein, sondern **seitlich**. Auf diese Weise kann die Zahnleiste bei dem in der 14. Woche beginnenden Abschnürungsprocesse der Milchzähne hinter denselben ungehindert weiter in die Tiefe wachsen.

8) Schon in der 14. Woche zeigt die Zahnleiste geringgradige, unregelmässige Wachungen. In der 17. Woche sind dieselben deutlich ausgesprochen und zugleich beginnt zunächst im Bereiche der Schneidezähne eine partielle Durchlöcherung der Leiste Platz zu greifen.

9) In der 24. Woche ist im Bereiche der Vorderzähne die Zahnleiste eine vielfach siebartig durchlöchernte, mit Zacken und Vorsprüngen versehene Platte; im Bereiche der Backenzähne ist sie dagegen noch ganz glatt und wenig durchlöchert. Die wellenförmige Gestalt des unteren Randes hat sich erhalten. Die Milchzähne sitzen jetzt vor und etwas medial von den undurchlöchernten und verdickten Wellenbergen. In diese Verdickungen stülpen sich ebenfalls wieder seitlich, von der Seite der Milchzähne her, die Papillen der bleibenden Zähne ein und zwar zunächst an den Schneidezähnen.

10) Hinter dem zweiten Milchmolaren ist die Zahnleiste schon in der 14. Woche nach hinten gewachsen. In der 17. Woche hat sich ihr Ende verdickt. In diese Verdickung stülpt sich ebenfalls seitlich die Papille des I. bleibenden Molaren ein.

11) Zur Zeit der Geburt hat sich auf Molar I soeben das erste Zahnscherbechen angelegt. Die Zahnanlage selbst hängt noch durch eine breite Verbindungsbrücke mit der Leiste zusammen. Gleich dahinter hört die Leiste als nicht verdickte kurze Platte auf, welche im Zahnfleische hinten über Molar I liegt.

12) Im sechsten Lebensmonate des Kindes ist die Leiste über Molar I hinweg weiter nach hinten gewachsen, ihr Ende hat sich verdickt. Wiederrum seitlich, also im Unterkiefer von vorn unten, hat sich die Papille von Molar II eingestülpt.

13) Beim Kinde von $3\frac{1}{4}$ Jahren bietet die Leiste über dem zweiten Molar dasselbe Bild dar, wie zur Zeit der Geburt über Molar I (siehe Modell VI). Der Weisheitszahn entsteht in derselben Weise durch seitliche Einstülpung in das verdickte Leistenende, wie seine beiden Vorgänger, durchschnittlich im 5. Jahre. Danach ist auch die Möglichkeit für das Entstehen eines Molar IV leicht gegeben, ebenso wie im Bereiche der Vorderzähne die Entstehung einer dritten Dentition. Bei der ausserordentlichen Adaptationsfähigkeit der Zahleiste ist sogar die Möglichkeit vorhanden, dass hinter resp. über den bleibenden Molaren Reste der Leiste bestehen bleiben und auch hier zu weiteren Zahnbildungen Veranlassung geben.

14) Die Beobachtungen, welche v. Bruns bei Nagern über die Hertwig'sche Epithelscheide machte, kann ich beim Menschen voll und ganz bestätigen. Auch hier findet sich eine Epithelscheide, welche gleichsam die Matrize für die Wurzelbildung abgibt. Sobald das Wachstum dieser Wurzelscheide aufhört, ist auch die Bildung des Zahnbeins zu Ende, und die Wurzelspitze wird daher nur von Cement dargestellt¹⁾.

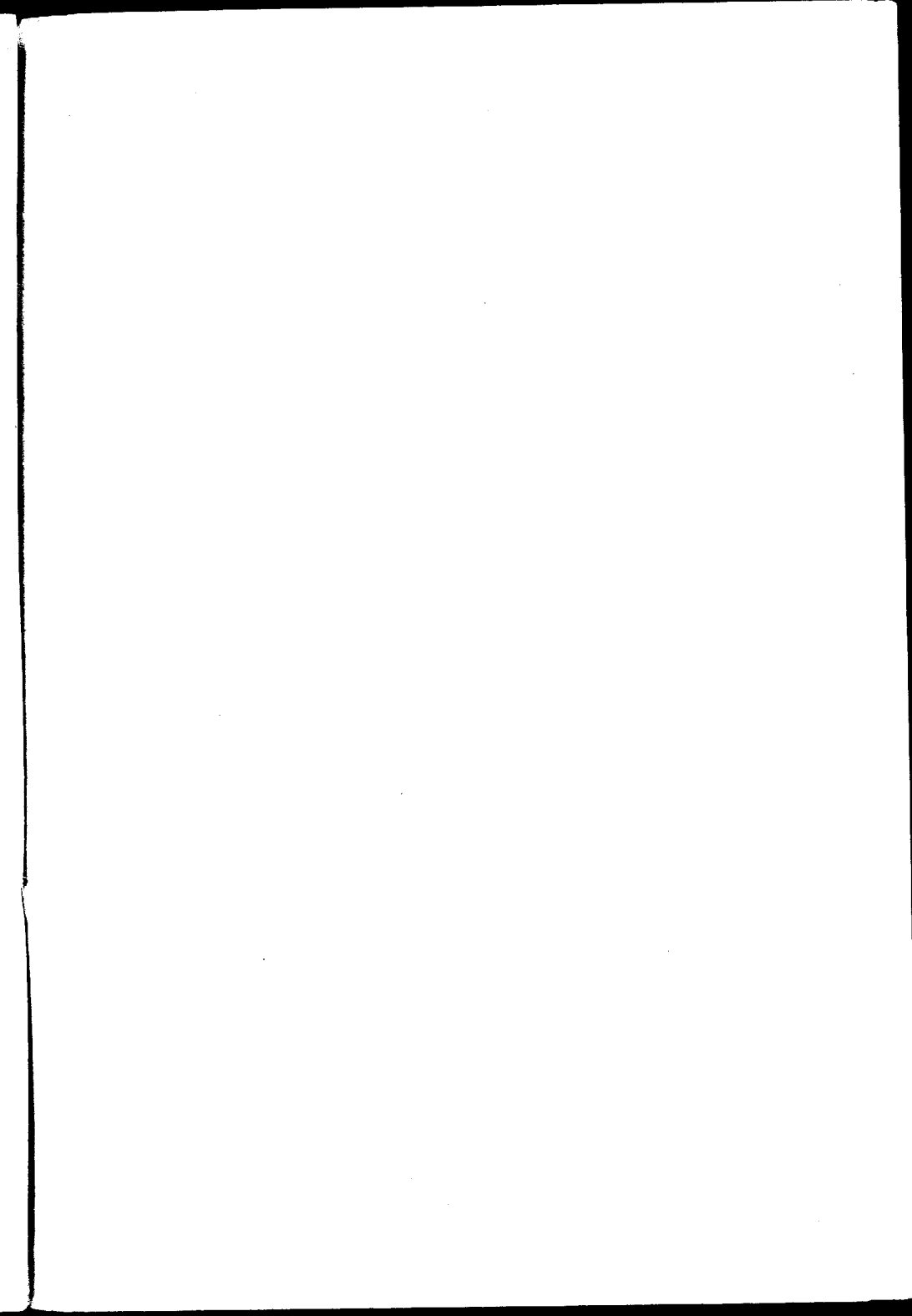
1) Nach mündlichem Berichte Dr. Fleischmann's in Erlangen hat derselbe ebenso wie sein Schüler Dr. Mahn sich nachträglich ebenfalls von der Existenz der Epithelscheide bei Nagern und Raubthieren (Katze) überzeugt.

Menschlicher Embryo	Grösse	Alter	Milchzähne			Bleibende Zähne						
			Inci- sivus me- dialis	Inci- sivus lateralis	Caninus	I. Molar	II. Molar	I. Prä- molar	II. Prä- molar	I. Molar	II. Molar	III. Molar
18 cm	17 Wochen		<p>Modell IV. Die Vorderzähne sind schon fast ringsum von der Leiste abgeschnürt und hängen nur noch mit derselben durch epitheliale Verbindungsbrücken zusammen. Die Verbindungsbrücken der Molaren sind noch sehr breit. Die Zahnleiste zeigt unregelmässige Wucherungen und Verdickungen; in ihren vorderen Partien spärliche Durchlöcherungen. Der freie Rand der Leiste bildet nach wie vor eine Wellenlinie. Die Erhöhungen derselben liegen hinter den Milchzähnen. Die Zahnleiste verläuft vorn auf der Höhe des Kieferwells, im Bereiche der Molaren noch auf der Vorderseite.</p>									
24 cm	20 Wochen		<p>Die Zahnleiste verläuft schon grösstentheils auf der hinteren Fläche der Kiefer.</p> <p>Incis. med. Incis. lat.</p> <p>Erste Spur von Zahnscherbechen</p> <p>Anlage d. Zahnsäckchens</p>									

Menschlicher Embryo	Grösse	Alter	Milchzähne			Bleibende Zähne				
			Inci- sivus me- dialis	Inci- sivus lateralis	Caninus	I. Molar	II. Prä- molar	I. Molar	II. Molar	III. Molar
30 cm	24 Woche		Modell V. Zahnleiste und Verbindungsbrücken im Bereiche der Vorderzähne vielfach siebartig durchlöchert und unregelmässig gewuchert. Im Bereiche der Molaren ist dieser Reducationsprocess noch wenig ausgebildet. Die undurchlöchernten und verdickten Erhöhungen der Leiste liegen etwas seitlich in den Zwischenräumen der Milchzähne.							Schnelzpulpa gut entw. wickelt.
36 cm	29 Woche		Zahnscherbechen auf allen Häckern, aber noch nicht miteinander verschmolzen							Zahn schon entw. u. von d. Leiste abgeschnürt.
40 cm	33 Woche		Zahnscherbechen zur gemeinsamen Krone verschmolzen							Noch kein Verdickungsscherbechen theil

Kinder und deren Alter	Milchzähne				Bleibende Zähne								
	Inci- sivus me- dialis	Inci- sivus lateralis	Caninus	II. Molar	Inci- sivus medialis	Inci- sivus lateralis	Caninus	I. Prä- molar	II. Prä- molar	I. Molar	II. Molar	III. Molar	
Neu- geborenes	Höhe der Zahnscherben W, Länge der Wurzeln W. Z ₁ 4 1/2 mm Z ₂ 4 mm Z ₃ 2 1/2 mm Z ₄ 3 mm				Noch kein Zahnscherben							Zahnscherben auf einem Kronenhöcker	
4 Monate alt	W 1 1/2 mm Z 5 mm	Z 4 1/2 mm Z 5 mm	Z 4 mm Z 5 mm	Z 3-4 mm						4 Zahnscherben, 1-2 1/2 mm	Ende der Zahnscherben, 1-2 1/2 mm verdickt		
6 Monate alt	W 3 1/2-4 mm Z 4 1/2 bis 5 mm	W 1 1/2 mm Z 4-5 mm	W 1/2 mm Z 4-5 mm	Z 3-4 1/2 mm	Z 3 mm Z 3 mm	Z 2 1/2 mm Z 1 mm				4 Z ₁ 2-3 1/2 mm	Seitliche Einstülpung d. Papille		
10 Monate alt	Krone durchgebrochen, W 7 mm	Krone durchgebrochen, W 6-7 mm	W 3 mm Z 4 mm	Z vollendet, W 1-2 1/2 mm	Z 6-7 mm	Z 4 mm Z 5 mm	Einstülpung d. Papille			Zahnscherben verschmolzen, Z ₁ 5-6 mm			

1 Jahr 6 Monate alt	W 9-10 mm	W 7-8 mm	Krone durchgebrochen, W 5-6 mm	W 2-4 mm	Z 6 mm	Z 3 1/2 mm	Z 5 mm	Anlage d. Zahnsäckchens	Einstülpung d. Papille	Z 5 mm	Zahnsäckchen ausgebildet
2 Jahre alt	W 10-11 mm	W 10-11 mm	W 9 mm	Krone durchgebrochen, W 6 mm	Z 8 mm	Z 6-7 mm	6-7 mm	2 Zahnsäckchen, 2-4 mm	2 Zahnsäckchen, 1-2 1/2 mm	W 1 1/2 mm	4 Zahnsäckchen, 1 1/2-2 mm
3 1/4 Jahre alt	W 11 mm	W 11 mm	W 11 mm	W 8-9 mm	Krone fertig, W 1 mm	Z 7 mm	8-9 mm	Zahnsäckchen verschmolzen, Z 5-6 mm	Zahnsäckchen noch getrennt, 1-2 1/2 mm	W 1 1/2 mm	Ende d. Zahnsäckchen leicht verdickt
5 Jahre alt.											Seitliche Einstülpung d. Papille





13369