

BIO II 90,053/70,1

# Beiträge zur Erforschung der baulichen Struktur der Backenzähne des Hausrindes

(*Bos taurus* L.)

Die Prämolaren- und Molarentwicklung auf Grund röntgenologischer,  
histogenetischer und morphologischer Untersuchungen

Die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Gebisskonstituenten  
und ihre Heranziehung zur physiologischen Leistung

Mit zahlreichen Photolitho- und Tiefdrucktafeln sowie mannigfachen Figuren und Schemen im Text

Von

MAX KÜPFER

Ausgegeben am 28. September 1935

Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles

Band LXX, Abh. 1.

Vol. LXX, Mém. 1.

Herausgegeben mit Subvention der Eidgenossenschaft von der Kommission für Veröffentlichungen  
(Prof. Dr. HANS SCHINZ, Botanischer Garten, Zürich) der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und mit  
Subventionsbeiträgen aus der «Georges und Antoine Claraz-Schenkung» (Serie Zoologie, Nr. 46) und aus dem  
«Jubiläumsfonds E. T. H. 1930.»

Druck von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich  
Kommissionsverlag von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich

1 9 3 5

# Beiträge zur Erforschung der baulichen Struktur der Backenzähne des Hausrindes

(*Bos taurus* L.)

Die Prämolaren- und Molarentwicklung auf Grund röntgenologischer,  
histogenetischer und morphologischer Untersuchungen

Die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Gebisskonstituenten  
und ihre Heranziehung zur physiologischen Leistung

Mit zahlreichen Photolitho- und Tiefdrucktafeln sowie mannigfachen Figuren und Schemen im Text

Von

MAX KÜPFER

Ausgegeben am 28. September 1935

Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft  
Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles

Band LXX, Abh. 1.

Vol. LXX, Mém. 1.

Herausgegeben mit Subvention der Eidgenossenschaft von der Kommission für Veröffentlichungen  
(Prof. Dr. HANS SCHINZ, Botanischer Garten, Zürich) der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und mit  
Subventionsbeiträgen aus der «Georges und Antoine Claraz-Schenkung» (Serie Zoologie, Nr. 46) und aus dem  
«Jubiläumfonds E. T. H. 1930.»

Druck von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich  
Kommissionsverlag von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich

1 9 3 5

BIO II 90.053/70,1  
OÖ. Landesmuseum  
Biologiezentrum  
Inv. 1997/1806

# Inhaltsübersicht

	Seite
Vorwort	VII
Orientierung über die in vorliegender Arbeit behandelte Materie. Literaturhinweis. Zusammenstellung von wichtigen Untersuchungsergebnissen	1
<b>Untersuchungen</b>	
Einführung in den Arbeitsgang	13
Zur Disposition des Abhandlungsstoffes	15
<i>Erster Abschnitt:</i>	
Ermittlungen bezüglich des Auftretens verkalkter Einzelanlagen auf Röntgenbildern und die Beziehungen dieser Kalkherde zu den späteren Zähnen des prämolaren und molaren Milch- bzw. Definitivgebisses.	
1. Vorläufige Orientierung über das Resultat dieser Ermittlungen an Hand zweier übersichtlicher Schemen	17
a) Die Verhältnisse am Milchgebiss	18
b) Die Verhältnisse am Dauergebiss	21
2. Die röntgenologischen Aufnahmen von Stadien der prämolaren und molaren Gebissentwicklung am Ober- und Unterkiefer des Rindes .	23
Das Auftreten von Hartanlagen und deren Beziehungen zur späteren Zahnbildung	23
Die Etappen der Differenzierung im Milch- und Definitivgebiss	27
a) Die am intrauterinen Kiefermaterial auftretenden Hartanlagen (die Hartanlagen des Milchgebisses: Etappen 1—14)	27
Zusammenfassung der Befunde am intrauterinen Kiefermaterial	37
Der Modus des Einbezuges der einzelnen Zahnanlagen bzw. ihrer Komponenten in den Verkalkungsprozess. Die rangmässige Sukzession mit Rücksicht auf die Verhältnisse im Ober- und Unterkiefer	38
b) Die am extrauterinen Kiefermaterial auftretenden Hartanlagen (die Hartanlagen des Milchgebisses: Etappen 14'—18, und des Definitivgebisses: Etappen 19—24)	42
Zusammenfassung der Befunde am extrauterinen Kiefermaterial	55
<i>Zweiter Abschnitt:</i>	
Ermittlungen über das Verhalten einzelner Zahnanlagen in der Entwicklung an Kiefern des Rindes an Hand histologischer Schnittpräparate.	
Die innerhalb der Prämolaren und Molaren am Ober- und Unterkiefer auftretenden Entwicklungstypen	57
Gehandhabte Mikrotechnik	58
Die mikrophotographischen Bildaufnahmen	59
A. Die beobachteten Entwicklungstypen am Oberkiefer	60
I. Die Entwicklung des einfachen, einkomponentigen oder einbecherigen, nicht zusammengesetzten Zahnes .	60
1. Das für den vorliegenden Typus der Entwicklung geltende allgemein orientierende Schema (Schema A)	60
2. Mikroskopische Schnittbilder von Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem eben besprochenen und im Schema A erläuterten Typus der Genese folgen	61
Schnittbilder von der Prämolare <u>pr.</u> 2 <sup>d</sup> -Anlage im Milchgebiss	61

	Seite
II. Die Entwicklung des komplexen, zusammengesetzten, zweikomponentigen bzw. zweibecherigen Zahnes	69
1. Das für den vorliegenden Entwicklungstypus geltende allgemein orientierende Schema (Schema B)	69
2. Mikroskopische Schnittbilder von Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem eben besprochenen und im Schema B erläuterten Typus der Genese folgen	72
a) Schnittbilder von der Prämolare $\overline{\text{pr. 3}^d}$ -Anlage im Milchgebiss	72
b) Schnittbilder von der Prämolare $\overline{\text{pr. 4}^d}$ -Anlage im Milchgebiss	80
c) Schnittbilder von der Molare $\overline{\text{mo. 1}}$ -Anlage	87
B. Die beobachteten Entwicklungstypen am Unterkiefer	91
I. Die Entwicklung des einfachen, nicht zusammengesetzten, einkomponentigen Zahnes	91
1. Das für den vorliegenden Entwicklungstypus geltende allgemein orientierende Schema (Schema C)	91
2. Mikroskopische Schnittbilder von Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem eben besprochenen und im Schema C erläuterten Typus der Genese folgen	92
a) Auftreten einer Prämolare $\overline{\text{pr. 1}^d}$ -Anlage am Unterkiefer eines 12,2 cm langen Embryo	92
b) Schnittbilder von der Prämolare $\overline{\text{pr. 2}^d}$ -Anlage im Milchgebiss	94
c) Schnittbilder von der Prämolare $\overline{\text{pr. 3}^d}$ -Anlage im Milchgebiss	96
II. Die Entwicklung des komplexen, zusammengesetzten, zweikomponentigen bzw. zweibecherigen Zahnes	102
1. Das für den vorliegenden Entwicklungstypus geltende allgemein orientierende Schema (Schema D)	102
2. Mikroskopische Schnittbilder von Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem eben besprochenen und im Schema D wiedergegebenen Typus der Genese folgen	103
Schnittbilder von der Molare $\overline{\text{mo. 1}}$ -Anlage im Milchgebiss .	103
III. Die Entwicklung des komplexen, zusammengesetzten, dreikomponentigen (-becherigen) Zahnes	107
Erste Modifikation:	
1. Das für den vorliegenden Typus geltende allgemeine Schema (Schema E)	107
2. Mikroskopische Schnittbilder von Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem eben besprochenen und im Schema E erläuterten Typus folgen	108
Schnittbilder von der Prämolare $\overline{\text{pr. 4}^d}$ -Anlage im Milchgebiss	108
Zweite Modifikation:	
1. Das für den vorliegenden Typus geltende allgemein orientierende Schema (Schema E')	121
2. Mikroskopische Schnittbilder durch Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem besprochenen Typus (Schema E', zweite Modifikation) der Genese folgen	123
Anhang:	
Folge des Auftretens der Prämolaren im Ober- und Unterkiefer des Milchgebisses	123
Der primäre Papillarzustand und die Reihenfolge der Zahnanlagen im Milchgebiss am vorderen Unterkieferrand	124

### *Dritter Abschnitt:*

#### Untersuchungen über das morphogenetische Verhalten isolierter Einzelzähne.

Hauptresultat	125
Präparationstechnik	125
A. Untersuchungen an den Zähnen des Milchgebisses	126
I. Die intrauterinen Stadien der Zahnentwicklung	127
1. Die Milchzähne des Oberkiefers	127
a) Die Prämolaren	127
b) Die Molaren	132

	Seite
2. Die Milchzähne des Unterkiefers	133
a) Die Prämolaren	133
b) Die Molaren	137
II. Die extrauterinen Stadien der Zahnentwicklung	138
1. Die Milchzähne des Oberkiefers	138
a) Die Prämolaren	138
b) Die Molaren .	141
2. Die Milchzähne des Unterkiefers	151
a) Die Prämolaren	151
b) Die Molaren	153
B. Die Untersuchungen an den Zähnen des Dauergebisses	163
1. Die definitiven Zähne des Oberkiefers	163
a) Die Prämolaren	163
b) Die Molaren	172
2. Die definitiven Zähne des Unterkiefers	172
a) Die Prämolaren	172
b) Die Molaren	177
Anhang:	
Die Wurzelorganisation innerhalb der verschiedenen Zahntypen im Rindergebiss und innerhalb der einzelnen der Milch- und Definitivdentition angehörenden Zahnbildungen	178
a) Die Wurzelverhältnisse innerhalb der verschiedenen Zahntypen	178
b) Die Wurzelverhältnisse innerhalb der einzelnen Milch- und Definitivzahnanlagen	181

#### *Vierter Abschnitt:*

### Über die gegenseitigen Beziehungen der Backenzähne des Ober- und Unterkiefers im Gebiss des Rindes.

A. Das Verhalten der Zahnreihen an einem mit Definitivzähnen ausgerüsteten Gebiss	187
Die Verhältnisse bei einem 8jährigen Rind (Kuh)	187
B. Das Verhalten der Zahnreihen an Gebissen, deren Prämolargzähne noch nicht gewechselt haben	192
I. Die Verhältnisse bei einem 3 Wochen alten Kalb	192
II. Die Verhältnisse bei einem 3 Monate alten Kalb	194
III. Die Verhältnisse bei einem 11 Monate alten Rind	197
IV. Die Verhältnisse bei einem 16 Monate alten Zwillingstier	199
Zusammenfassung	201

Literatur	213
-----------	-----

#### **Tafeln:**

##### *Erster Abschnitt:*

Kunstdruckbeilage	24/25
Textfigurenbeilage (Textfigur 1)	42/43
Textfigurentafeln 1—13 (Durchpausen röntgenologischer Originalfilme)	nach 56
Tiefdrucktafeln I—VIII (röntgenologische Originalfilmaufnahmen) anschliessend an Textfigurentafeln 1—13	

##### *Zweiter Abschnitt:*

Photolitho-Tafeln I—VI (Schema A—E), verteilt im Text auf den Seiten	
I: pg. 62/63; II: pg. 72/73; III: pg. 92/93; IV: pg. 102/103; V: pg. 108/109; VI: pg. 124/125	
Mikrophotographische Aufnahme-Tafeln I—XXXII (mikrophotographischer Atlas)	nach 124

## VI

	Seite
<i>Dritter Abschnitt:</i>	
Tiefdrucktafeln A—C (präparierte Einzelzähne und Kieferhälften)	nach 185
<i>Vierter Abschnitt:</i>	
Einlagetafeln M—Q (Projektionen der Mahlflächen von Ober- und Unterkieferzahnreihen), verteilt auf den Seiten: M: pg. 190/191; N pg. 192/193; O: pg. 196/197; P: pg. 198/199; Q: pg. 200/201	204/205
Einlagetafel S (Illustrationsschema zur Progression und Regression der Mahlfläche)	206/207
Textfigurentafel R (Zahnkegelumwandlung)	nach 212
Kunstdrucktafeln D—L (zentrale und seitliche Okklusionen)	

## Vorwort

Als wir 1932 auf röntgenologischem Wege auf einen Befund stiessen, der im scheinbaren Widerspruch zu den vergleichend-anatomisch und paläontologisch gesicherten Resultaten des zahlenmässig fixierten Zahnbesatzes im Kiefer unserer Hauswiederkäuer stand und als sich bei einem Vergleich von Kieferaufnahmen des Rindes, des Schafes und der Ziege ganz allgemein eine grössere Anzahl von Hartgebilden im Prämolaren- und Molargebiss während der Entwicklungsperiode ergab, als der bisher gültigen und feststehenden Zahnformel entsprach, da glaubten wir nicht, dass diese Beobachtung in der Folge und in unserer Forschung uns noch über zwei volle Jahre in Atem halten würde, und dass als Frucht dieser Untersuchungen eine Abhandlung entstünde, wie sie heute als Aufnahmeschrift für die «Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft» vorliegt.

Beim Graben nach dem Schatze der Erkenntnis stellte sich immer wieder die Notwendigkeit ein, die getriebenen Sondierschächte der Anlage durch Stützwerke zu festigen. Der Herbeizug eines umfassenden Untersuchungsmaterials drängte sich auf, in welchem zweifellos die Voraussetzung zum erfolgreichen Studium der Prämolaren- und Molargebiss-Entwicklung gegeben war. Eine gründliche histologische Bearbeitung der Materie konnte keineswegs umgangen werden.

Wiewohl die Untersuchungen gleichzeitig an Kiefern des Rindes, des Schafes und der Ziege durchgeführt wurden, mussten wir uns, teils aus räumlichen Gründen, teils aus ökonomischen Rücksichten einstweilen auf eine nur das Gebiss des Hausrindes behandelnde Veröffentlichung beschränken. Freilich geschah dies in der Hoffnung, eine Bekanntgabe der Ergebnisse, soweit sie sich auf Schaf und Ziege, d. h. auf die kleinen Wiederkäuer beschränken, zu einem späteren Zeitpunkt folgen lassen zu können, für welchen Anlass bereits ein vollständig zusammengestelltes Beleg- und Tafelmaterial, einschliesslich der Befundunterlagen einer grossen Anzahl von Kieferpräparationen und Schnittserien, vorliegt.

In technischer Hinsicht war die Durchführung der vorliegenden Arbeit mit zahlreichen Schwierigkeiten verknüpft und abgesehen davon, sonst recht zeitraubend und kostspielig. Rief in röntgenologischer Hinsicht die Aufarbeitung des Materials einer Umgestaltung der bereits bestehenden Einrichtungsanlagen, der Ergänzung von Apparaturen und dem Erwerb teurer Spezialutensilien, so stellte die morphologisch-histologische Untersuchung hohe Ansprüche an die Sorgfalt und die Geduld, sowie an die Stellung ansehnlicher Mittel zur Deckung der mit der Beschaffung der Verarbeitungs-Utensilien (Chemikalien) in Verbindung stehenden Auslagen, die, angesichts der Grösse der Tierformen und ihrer zu bearbeitenden Teile besonders empfindlich sich auswirken mussten.

## VIII

Aber selbst beim Einwurf aller notwendigen Mittel wären doch sämtliche Opfer vergeblich geblieben, wenn nicht die «Kommission für Veröffentlichungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft», vorab der Präsident derselben, Herr Professor Dr. HANS SCHINZ, unterstützt von den hohen Bundesbehörden, in hochherziger und wohlwollender Weise unserer Arbeit den Weg in die Öffentlichkeit gesichert hätte. Im besonderen haben wir es den Anstrengungen des Herrn Präsidenten der Kommission für Veröffentlichungen der S. N. G. zu verdanken, dass die Publikation zustande gekommen ist. Herrn Professor Dr. HANS SCHINZ schulden wir auch dafür unseren besten Dank, dass die Arbeit wiederum in so würdigem Gewand im Organ unserer Schweizerischen Akademie, in den «Denkschriften der Naturforschenden Gesellschaft», erscheinen durfte. Herr Professor SCHINZ bemühte sich auch um die Ermöglichung einer namhaften Zuwendung aus der «Georges und Antoine Claraz-Schenkung» und leitete in altbewährter Frische die mühevollen und zeitraubenden redaktionellen Erledigungen.

Herr Schulratspräsident Professor Dr. A. ROHN bekundete uns ebenfalls, in sehr aner kennenswerter Weise, seine grosse Hilfsbereitschaft in der Geneigtheit, als Vorsitzender des Kuratoriums für den Jubiläumsfonds der E. T. H. sich für unsere Sache zu verwenden, so dass die Schwere der Belastung für die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft durch einen nennenswerten Beitrag der genannten Hochschulstiftung eine Milderung erfuhr.

Herr Stadt- und Bezirkstierarzt Dr. V ALLENSPACH, Direktor des Schlachthofes der Stadt Zürich, verwendete sich seinerzeit in sehr zuvorkommender Weise bei den städtischen Behörden um die Ermöglichung des Bezuges geeigneter Räumlichkeiten auf dem seiner Verwaltung unterstellten Betriebsareal, auf welchem Einrichtungen zur Durchführung unserer Untersuchungen getroffen werden konnten, die uns in die glückliche Lage versetzten, die einzigartigen Materialquellen dieser der Stadt Zürich so wohl anstehenden Betriebsanstalt auch für unsere Forschung in fruchtbringender Weise auszunützen.

Ein Wort des ganz besonderen Dankes sprechen wir Herrn Dr. KASPAR SCHELLENBERG aus, der durch persönliche Hilfeleistungen und Handreichungen und mit dem grossen Schatz seines Wissens unsere Arbeit in alter freundschaftlicher Wohlwollenheit, stets unter Hintansetzung der eigenen Person, wiederum aufs wertvollste gefördert hat.

Bei der Beschaffung der den Gegenstand berührenden Literatur durften wir uns, abgesehen von den Hilfen seitens der Zentralbibliothek, wiederum des gütigen Entgegenkommens seitens der Vorsteher der Bibliotheken für das Zoologisch vergleichend-anatomische Institut und für die Anatomie der Universität, sowie für das kantonale Tierspital in Zürich erfreuen. Wir danken für dieses kollegiale Entgegenkommen den Vorständen der genannten Bibliotheken, namentlich Herrn Prof. Dr. K. HESCHELER, unserem hochgeschätzten ehemaligen Chef, und Herrn Prof. Dr. E. SEIFERLE, herzlich.

Warmen Dank schulden wir auch Herrn Oberingenieur E. SCHWARZ, dem Leiter der Abteilung Sirewa von der Firma Siemens für seine erprobten Hilfen bei der Röntgenanlage.

In liebenswürdiger und verdankenswerter Weise leistete uns Herr Dr. med. J. FRÖHNER schätzbare Dienste, indem er unseren Versuchen, Schnitte durch ausgewachsene und völlig verkalkte Zähne anzulegen, seine reichen Erfahrungen als praktischer Zahnarzt zugute kommen liess und uns für die Probierarbeiten sein zahntechnisches Laboratorium zur Verfügung stellte.

Herrn Ingenieur C. LOTT, Zürich, dem Inhaber der Fabrik für Elektro-Kleinmotoren, wissen wir dafür Dank, dass es ihm als erfahrenem Mann der Technik gelungen ist, seine für die Metallbearbeitung konstruierten Drehbankanlagen in stabile Makrotome umzuwandeln und dadurch die Zerlegung unseres über alle Massen harten und scheinbar unaufteilbaren Zahnmateriale in Schnitte möglich zu machen.

Anerkennung und Dank richten wir sodann gerne auch an die Adresse des in unserer Assistenz tätigen Herrn Kunstzeichner GUSTAV ADOLF WELTI und Fräulein AGNES LANGWALD. Beide haben auf dem Weg zur täglichen Arbeit und Pflichterfüllung uns das treue Geleite gegeben und durch ihren frohen und unverdrossenen Arbeitswillen viel zur Entstehung des Ganzen beigetragen. Aus der Hand des Herrn GUSTAV ADOLF WELTI stammen die Illustrationen in diesem Werk, bei deren Anfertigung der Illustrator mit grösstem Verständnis seine hohe Kunst wiederum in den Dienst der Wissenschaft zu stellen verstand. Die Veröffentlichung verfügt über ganz einwandfreie, klare Darstellungen, die als exakte Wiedergaben der Originalien zu bewerten sind und dem künstlerischen Geschick des Zeichners alle Ehre machen. Fräulein AGNES LANGWALD hat sich im besonderen der mühevollen Arbeit der Herstellung lückenloser Celloidin-schnittserien unterzogen und diese schwierige, ebenfalls unendliche Geduld erheischende Aufgabe unter Verwertung ihrer Spezialkenntnisse auf diesem Gebiet bestens gelöst. Sie hat auch tüchtig bei den röntgenologischen und anderweitigen, mikrotechnischen Arbeiten mitgeholfen.

Durch treffliche Leistungen zeichnet sich wiederum die Firma GEBR. FRETZ A.-G., Lithographische Werkstätten, Zürich, aus. Wir möchten ganz besonders dem in der Leitung der genannten Firma tätigen Direktor, Herrn J. CATTANEO, für seine persönliche Sorgfalt, mit der er um die Vorbereitungsarbeiten zur Drucklegung der Arbeit und die Durchführung dieser besorgt war, danken.

Herrn MAX FRETZ sind wir in gleicher Weise, namentlich im Hinblick auf seine Bemühungen um den Tiefdruck, verpflichtet.

Wir schliessen unser Vorwort mit der Bitte, das Vorliegende nicht als etwas Fertiges, in sich Abgeschlossenes, sondern wirklich nur als einen «Beitrag» zu früher Geschaffenem und bereits Vorhandenem zu betrachten. Wir haben am Schlusse unserer Studien eher den Eindruck, es sollte auf Grund des jetzt Erzielten nun erst möglich sein, bei weiterer Vertiefung und fortgesetztem Vordringen in die Materie etwas Befriedigendes zu schaffen.

Die von unseren Studien unabhängigen, auf dem Boden der Schwesterdisziplin, in der Paläontologie, gereiften vielen Früchte der Erkenntnisse werden in ihrer ganzen Wertigkeit eingeschätzt und anerkannt. Die mangelnde Kompetenz auf diesem Gebiete legt uns die Pflicht auf, unsere wissenschaftliche Diskussion im Rahmen der Entwicklungsgeschichte und der Morphologie zu führen. Unserer Arbeit soll in keiner Weise der Wert einer Monographie beigelegt werden.

*Zürich/Wildegg, Frühjahr 1935.*

MAX KÜPFER

# Orientierung über die in vorliegender Arbeit behandelte Materie. Literaturhinweis. Zusammenstellung von wichtigen Untersuchungsergebnissen

Die vorliegende Arbeit bringt der Hauptsache nach einen auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Studien ermöglichten Aufschluss über die strukturellen und baulichen Verhältnisse der Backenzähne des Rindes.

Es wird der bis anhin in mancher Beziehung, namentlich entwicklungsgeschichtlich und morphologisch rätselhaft gebliebene Zahn im Gebiss unserer domestizierten grossen Wiederkäuer dem Verständnis nahegebracht und gezeigt, dass der scheinbar so hochkomplizierten Struktur des fertigen Mahlzahnes, wie sie im Bild der Mahlfläche zum Ausdruck kommt, in der Entwicklung doch ein relativ einfacher, in jeder Phase der Genese leicht übersehbarer Formationsplan zugrunde liegt. Die unter den einzelnen Konstituenten des Gebisses bestehenden Unterschiedlichkeiten lassen sich in jedem Fall auf eine verschiedene Differenzierung einer und derselben Grundlage zurückführen.

Wir verdanken dieses schöne und sicher in organogenetischer, systematischer und physiologischer Hinsicht wertvolle Resultat, das mit den Ergebnissen der Paläontologie sich decken dürfte, in erster Linie der grossen, unvergleichlich zuverlässigen Lehrmeisterin, der Entwicklungsgeschichte<sup>1</sup>, die, in freigelegter Weise unseren Wünschen, das Strukturbild des Zahnes durch die Forschung abzuklären, entsprach, doch als Kompensation für diese Schenkung die Forderung stellte, die Geheimnisse ihr in langen und mühsamen Studien abzurufen.

Einem besonders glücklichen Umstande haben wir es zu verdanken, dass wir in der Wahl der angewandten Untersuchungsmethoden Chance hatten. Wir wären wohl kaum auf Grund ausschliesslicher Pflege der Mikrotechnik über die Grenze des bisher Erreichten hinaus gekommen, wenn nicht vorgängig die zu Rate gezogene Röntgentechnik uns das Wesen des Ganges der Kalzifikation an den einzelnen Weichanlagen des Gebisses erschlossen und die Beziehungen der einzelnen Hartherde zueinander klargelegt hätte. Nur auf Grund dieser überaus wichtigen Sondier- und Vorarbeit, die uns einen hochinteressanten Einblick in die Genese der Struktur der wichtigsten Bestandteile des Kiefers gewährte, gewannen wir die Sicherheit und die nötige Vorkenntnis zur erfolgreichen Durchführung der anschliessenden mikroskopisch und systematisch vorgenommenen morphologischen Untersuchungen, wobei natürlich der Umstand günstig mitsprach, die mikro- und makrotechnischen Analysen ausserdem wiederum an einem ganz lückenlosen Untersuchungsmaterial vornehmen zu können, das uns in die Lage versetzte, die Strukturen von Kieferstücken mit ihren Zahnanlagen verschieden altriger Rinder in lückenlosen Schnittserien zu verfolgen, und zwar in der Weise, dass die gewonnenen Resultate gleich wieder an einem zweiten, dritten und wenn notwendig vierten Fall mit anders gewählter Schnitttrichtung nachgeprüft werden konnten.

Der erfolgreiche Ausgang unserer entwicklungsgeschichtlichen Studien gibt kund, dass die Entwicklungsgeschichte eines Organes immer noch Grundlagen schafft, die zur Erkenntnis seines Aufbaues unentbehrlich sind. Diese Fähigkeit ist auf odontologischem Gebiet vielfach der Genese in letzter Zeit abgesprochen worden, gegen welches Vorgehen schon früher AICHEL bemerkte: «Nun darf man aber nicht übersehen, dass sonst in der Embryologie die Untersuchungen den Entwicklungsgang eines wirklich existierenden Organes klarzulegen vermögen.»

Den grössten Wert legten wir darauf, die Feststellungen unter Beweis zu stellen und unsere Angaben mit getreuen bildlichen Illustrationen zu belegen. Wir stellen dabei bewusst alles Hypothetische und Spekulative in den Hintergrund, unter Ausschluss des so oft und, vielleicht nur zu oft, auf odontologischem Gebiet benützten Rahmens verallgemeinernder Theorien und gewagter Vergleiche. Wir nehmen auch absichtlich Umgang von phylogenetischen Spekulationen, für welche noch Raum genug übrig bleibt, wenn weiterhin bei andern rezenten Tiergruppen Zahnverhältnisse aufgefunden und nachgewiesen werden, die eine ähnliche Sachlage wie beim Rind aufdecken.

Die bisher angestellten Beobachtungen basieren auf Feststellungen an Frühstadien der Zahnentwicklung oder an einzelnen, gerade zur Verfügung stehenden, aus der Reihe herausgegriffenen Stadien. Eine systematische Bearbeitung eines zusammenhängenden, weitschichtigen Materials erfolgte zufolge grosser Schwierigkeiten in der Beschaffung und in der technischen Aufarbeitung nicht, wiewohl gerne zugestanden sei, dass abgesehen von einer fast unübersehbaren Flut odontologisch-abstrakter Betrachtungen der theoretische Ausbau des Arealen einen Wall von interessanten Darstellungen aufrichtete, der den ehrlichen Willen bekundet, auf deduktivem und konstruktivem Wege Zusammenhänge im Sinne des Deszendenzgedankens zu schaffen. Wenige Male dürfte es, so glauben wir behaupten zu dürfen, vorgekommen sein, dass das Gebiss eines Säugetiers einer bestimmten Abteilung in seinen einzelnen Konstituenten vom ersten Anfang der Entwicklung an in allen Phasen bis zum komplett ausgebildeten und gebrauchsfertigen Organsystem unter Berücksichtigung der später an ihm in Erscheinung tretenden Abnutzungsprozesse und unter Anwendung alter und neuer Forschungsmethoden systematisch untersucht worden ist.

## Literaturhinweis

Wenn man aus der kaum übersehbaren Fülle wissenschaftlicher Literatur die Arbeiten herausgreift, die dem Zahnsystem und den einzelnen Zahngruppen unserer Haussäugetiere innerhalb dieser gewidmet sind und speziell in der literarischen Lese die Aufmerksamkeit den erschienenen Veröffentlichungen über odontologische Studien an Zähnen von domestizierten Ungulaten zuwendet, so ergibt sich ganz allgemein der Eindruck, dass in der Bearbeitung im Verlauf der Jahre den Schneidezähnen gegenüber den Backzähnen eine starke Bevorzugung zuteil geworden ist. Die Gründe hierfür müssen in der leichteren Zugänglichkeit und Bearbeitung des Materials und namentlich auch in der viel leichteren Beobachtungsmöglichkeit jener Gebiss-hartteile gesucht werden, die, den bekannten Erscheinungen morphologischer Veränderungen mit der Zunahme des Alterns der Träger unterworfen, hervorragende Indikatoren für die Altersbestimmung der Tiere geworden sind, und deshalb ausser den Wissenschaftler auch den Praktiker interessieren. Die Stellung des dem Blicke des Beobachters entzogenen Situs der Backzähne musste sich unwillkürlich in der Dürftigkeit des Situs der wissenschaftlichen Forschung widerspiegeln. Mit Recht durfte HERMANN BAUM, 1921, anlässlich der Besprechung der schönen und inhaltsreichen, nur mit dem bescheidenen Titel «Odontologische Notizen» versehenen Mitteilungen JOEST's (1915) darauf hinweisen, wie gerade die Studien dieses Autors über die Backzähne des Pferdes, insbesondere über deren Bildung und Wachstum, deutlich zeigten, welche grosse Lücken selbst in den Kenntnissen über die groben Verhältnisse der Zähne unserer Haussäugetiere noch vorhanden wären.

Unter den Huftieren finden die Backzähne der Unpaarhufer noch eine intensivere entwicklungsgeschichtliche Bearbeitung als die Molaren der Paarhufer. Neben älteren entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten von KLEVER aus dem Jahre 1889 und TAEKER aus dem Jahre 1892 am Milchmolargebiss des Pferdes, die zum ersten Mal an einer grösseren Anzahl von Schnittprä-

paraten das bisher untersuchte Thema der Organogenese der Backenzähne im Zusammenhang behandeln, und die als gewissenhafte Arbeiten aus damaliger Zeit bezeichnet werden dürfen, wiewohl sie auf Grund einer primitiven Technik das Strukturbild des Zahnes entwicklungsgeschichtlich noch nicht aufschliessen konnten und, beim Versuch, die Resultate der Untersuchung mit den Ergebnissen der Trituberkulartheorie in Einklang zu bringen, auf offensichtliche Schwierigkeiten stiessen<sup>1</sup>, finden sich Arbeiten, die auf normale Verhältnisse und pathologische Veränderungserscheinungen Bezug nehmen, in deren ersteren Gruppe unter anderen Arbeiten die bereits erwähnen «Notizen JOEST'S» figurieren. Unter den neueren, umfassenden und zweifellos sehr gewissenhaft durchgeführten Arbeiten seien die unter der Leitung O. ZIETSMANN'S vorgenommenen «Untersuchungen an 16 Pferdeschädeln über die Formveränderungen der Zähne und ihre Lage im Kiefer in den verschiedenen Altersstadien» von PIRILÄ, 1933, erwähnt.

Die Molarzähne der Paarhufer und speziell diejenigen der Wiederkäuer unter ihnen, das Backenzahngewiss des Rindes, war, wie BECKERT, einer der jüngsten ihrer Bearbeiter, 1933, richtig bemerkte, wenig eingehenden Forschungen unterworfen worden.

In neuester Zeit war es besonders die pathologische Forschungsrichtung, die diese Lücke empfand und durch entsprechende Untersuchungen auszufüllen bestrebt war, zumal die wissenschaftliche Forschung auf keine umfangreichen exakten Unterlagen zur Beurteilung von Zahnanomalien und Zahnkrankheiten bisher bei diesen Vertretern abstellen konnte.

Die Arbeiten von SCHOEBER «Untersuchungen über Zahnanomalien und Zahnkrankheiten bei Rindern», 1920, von BECKERT, «Untersuchungen am Gebiss des Rindes, unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Schmelzeinstülpungen und ihrer Zementfüllungen», 1933, von SIMON, «Untersuchungen über den Bau der Zähne beim Rind und Altersbestimmung, unter besonderer Berücksichtigung der Gebissanomalien», 1929, und von FARKAS, «Die Zahnanomalien der Rinder», 1934, seien an dieser Stelle erwähnt.

Die entwicklungsgeschichtliche Seite des Molargebisses der in den Kreis der Betrachtung gezogenen Artiodaktylen fand in neuerer Zeit (wenn wir von einer japanischen Arbeit von MOCHIZUKI, SH., 1925, «On the molar teeth of Bovidae» absehen, die zufolge ungenügender Quellenangaben uns leider nicht zugänglich war) keine erneute Pflege, wenigstens nicht in Spezialstudien. In dem so vorzüglichen und mit reichen und wertvollen Originalbeiträgen ausgestatteten «Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haustiere» von ZIETSMANN, 1924, wird eine Darstellung der Entwicklung eines Pferd molars geboten.

Die grundlegenden Arbeiten zur Ermittlung der Entwicklungsgeschichte reichen in die 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts zurück. Sie sind gebunden an die Namen TAEKER und HOFFMANN und an diejenigen der Autoren ROESE und BARTELS.

TAEKER schildert an Hand einer grösseren Anzahl von Schnitten durch drei ausgewählte Molar- bzw. Prämolardzähne in seiner 1892 veröffentlichten Promotionsarbeit, «Zur Kenntnis der Odontogenese bei Ungulaten», sowohl bei bunodonten Suiden wie bei Vertretern der seleodonten Wiederkäuer das sukzessive Auftreten einzelner Zahnhöcker und glaubt, die untersuchten Zahntypen grando sale auf ein gemeinsames, bunodontes Initialstadium zurückführen zu können, hat aber immerhin unverkennbare Schwierigkeiten, seine Befunde mit den in der COPE-OSBORN'Schen Höckertheorie enthaltenen Anschauungen in Übereinstimmung zu bringen.

1894 erscheint die unter der Leitung von LEUKART durchgeführte, gründliche Arbeit von

<sup>1</sup> Der Arbeit KLEVER haftet unbestreitbar das Zeichen der Gewissenhaftigkeit an. Seine Bilder zeigen in auffallender Weise eine grosse Ähnlichkeit zu einer Anzahl unserer mikroskopischen Bildaufnahmen von Schnitten durch Zahnanlagen von Kiefern. Indessen waren die damaligen Methoden zu primitiv und das zur Verfügung stehende Material (4 Pferdeembryonen) zu unzureichend, als dass der Autor sich hätte über die Baustruktur der Zähne ein klares Bild machen können. Die vorgefundenen Ergebnisse sucht KLEVER in Einklang mit den Ergebnissen der Trituberkulartheorie zu bringen, gibt aber zu, dass er nicht in der Lage sei, genaue Angaben über den zur Verwirklichung gelangenden Differenzierungsmodus an Hand von ontogenetischen Befunden zu machen.

HOFFMANN «Über die Entwicklung des Kronenzementes an den Backenzähnen der Wiederkäuer, mit Berücksichtigung der Zahnentwicklung im Allgemeinen». Die Untersuchungen wurden an 5,5 bis 22,0 cm langen Schafföten vorgenommen. Der Autor schildert an diesem Material die ersten Stadien der Zahnorganogenese. Eine Darlegung der Bildung der Zahnstruktur am Molar bis zum fertig differenzierten Zahn enthält die Abhandlung nicht, wohl aber theoretische Betrachtungen über die Gebissentstehung, sowie über die morphologische Stellung der Molaren im Wiederkäuergebiss.

In der 1896 erschienenen Arbeit von ROESE und BARTELS wird der Zweck verfolgt, zu prüfen, ob während der embryologischen Entwicklung der heutigen Wiederkäuer nicht irgendwelche «Rückbleibsel» jener Zähne vorhanden wären, die im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung rückgebildet würden, eine Frage, die angesichts des von PIANA, 1878, erfolgten Nachweises birnförmiger Epitheleinstülpungen und ihrer Deutung als rudimentäre Anlagen von Eckzähnen am zahnlosen Oberkieferrand und der Entdeckung einer Zahnleiste in der gleichen Region damals die Aufmerksamkeit zunächst auf die Schneidezähne lenkte.

Die Arbeit von ROESE und BARTELS erstreckt sich auf einige Frühstadien der Zahnentwicklung und befasst sich der Hauptsache nach mit der Anlage und mit dem Verhalten der Papillen in den molaren Zahnkeimen. Auf die Frage, auf welche Weise die verwickelt strukturierten Mahlzahnformen im Gebiss unserer Wiederkäuer zustande kommen, wird nicht eingegangen. Die Arbeit schliesst mit theoretischen und stammesgeschichtlichen Überlegungen und zieht in die Betrachtung paläontologische Ergebnisse hinein.

Erst die bereits oben erwähnte BECKERT'sche Arbeit, 1933, «Untersuchungen am Gebiss des Rindes, unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Schmelzeinstülpungen und ihrer Zementfüllungen», gewährt einen erstmaligen teilweisen Einblick in die Innenstruktur des Zahnes und darf für sich in Anspruch nehmen, an Hand einer Anzahl von Sägeschnitten die Längenrelationen der Schmelzeinstülpungen zur Durchschnittslänge des Zahnkörpers ermittelt und die Zementfüllungen an diesen in Vergleich zu den Forschungsergebnissen am maxillaren BackenzahngGebiss des Pferdes gesetzt zu haben. Das Wesen des Gesamtbaues und Aufbaues des Zahnes aber wird durch BECKERTS zweifellos gründliche Arbeit gemäss der ganz speziellen Problemstellung, die ein umfassendes Entwicklungsstudium nicht zur Voraussetzung hat, nicht erschlossen.

Die genannten Arbeiten wurden ergänzt durch eine weitere Literaturfülle, die der Hauptsache nach dem phylogenetischen Problem des Säugetiergebisses im speziellen gewidmet ist, und die jenes Elaborat von Ergebnissen umfasst, das bis in die Gegenwart hinein sich dermassen angereichert hat, dass es einem Forscher, der das Zahnstudium nicht zum Lebenszwecke gewählt hat, kaum assimilierbar erscheint. «Über die Phylogenie des Säugetiergebisses sind so viele und so verschiedenartige Anschauungen ausgesprochen worden, dass es fast als eine logische Unmöglichkeit erscheint, dass nicht eine derselben das Richtige getroffen haben sollte». Diesen Ausspruch tat LECHE schon 1893. Bei aller Hochschätzung der gewaltigen Arbeit, auf theoretischer und spekulativer Grundlage, die den vollen Respekt verdient und deren Wert auch LECHE selber anerkennt, kann man sich dieser LECHE'schen Wahrheit nicht verschliessen.

## Zusammenstellung von wichtigen Untersuchungsergebnissen

An dieser Stelle bietet sich Gelegenheit, vorläufig einige wichtige Untersuchungsergebnisse bekanntzugeben. Es würde den Autor der vorliegenden Arbeit freuen, wenn aus dieser Bekanntgabe auch zugleich eine Rechtfertigung für die Drucklegung seiner Arbeit hervorginge. Einige wichtige Untersuchungsergebnisse sind folgende. Weitere gelangen an anderen Stellen der Arbeit in Form von Zusammenfassungen zur Veröffentlichung.

**1.** Die Anzahl der aus Schmelzorgan und Papillarkörper bestehenden Zahnkeime entspricht, soweit die Prämolaren- und Molarenanlagen in Frage kommen, durchwegs der in der Zahnformel

$$J \frac{0}{3} \quad C \frac{0}{1} \quad P \frac{3}{3} \quad M \frac{3}{3}$$

für das ausgewachsene Rind fixierten Norm, deren Zahlenindexe auch für die Formel des Milchgebisses zu Recht bestehen.

Unter Berücksichtigung der in dieser Arbeit benützten Abkürzungen lautet zufolge dessen die Formel in bezug auf die Prämolaren und Molaren im Milchgebiss:

$$\begin{array}{cc} \underline{\text{pr.}}^d & 3 & \underline{\text{mo.}} & 3 \\ \overline{\text{pr.}}^d & 3 & \overline{\text{mo.}} & 3 \end{array},$$

in bezug auf die Prämolaren und Molaren im Dauergebiss:

$$\begin{array}{cc} \underline{\text{Pr.}} & 3 & \underline{\text{mo.}} & 3 \\ \overline{\text{Pr.}} & 3 & \overline{\text{mo.}} & 3 \end{array}.$$

**2.** Diese Regel fand ihre Bestätigung in einer Ausnahme, indem an Hand einer lückenlosen Celloidinschnittserie vom Unterliefer eines 12,2 cm langen Rinderembryo der sichere Nachweis des Auftretens einer Zahnanlage für den ersten, vordersten bzw. verlorengegangenen **Prämolaren**  $\overline{\text{pr.}}^d$  im Milchgebiss gelang, so dass also exceptionell vier mandibulare Prämolaren zur Anlage gelangen können.

**3.** Sämtliche zu Hartanlagen des Milchgebisses auswachsende Schmelzorgane nehmen ihren Ursprung aus einer gemeinsamen, einheitlich angelegten Zahnleiste, deren Fortsetzung in aboraler Richtung der Bildung der nachfolgenden Molaren, die dem Zahnwechsel nicht unterstellt sind, aber mit den vorderen Backenzähnen, den Prämolaren, dasselbe Bildungsprinzip teilen, Anlass gibt. Die Molaren gehören mit aller Sicherheit derselben Dentition an, wie die

Prämolaren und sind zugefressen Milchzähne.<sup>1</sup> Bei den Molaren findet sich ein Modus der Genese und der Verkalkung, wie er bei den Vertretern der zweiten Dentition, bei den definitiven Prämolaren, nicht angetroffen wird, wohl aber bei den Prämolaren der Milchdentition.<sup>2</sup>

4. In Ober- und Unterkiefer geht die Prämolarentwicklung der Molarentwicklung voraus. Erstere erfolgt von hinten nach vorn in aboral-oraler Richtung. Letztere von vorn nach hinten in oral-aboraler Richtung.

5. Bei allen Prämolaren und Molaren des Milchgebisses werden regelmässig anfangs einfache, unaufgeteilte, unzusammengesetzte, einheitliche Zahnkeime angelegt, die erst nach Zurücklegung dieser Entwicklungsstufe in verschiedener Weise, je nach dem Zahntypus, der aus der Anlage hervorgeht, sich weiter differenzieren (Beibehaltung des ursprünglich einfachen Charakters der Stammpapille; Sekundärpapillen- bzw. Tochterpapillenausbildung innerhalb der Stammpapille).<sup>3</sup>

---

LECHE (1893) äussert sich zur Frage, ob das Milchgebiss eine neue Zutat sei, in folgender Weise: «Jedenfalls verliert die Anschauung, dass das «Milchgebiss» eine neue Zutat ist, und welche sich hierbei vornehmlich auf die Verhältnisse bei den Beuteltieren stützt, durch die uns vorliegenden Befunde jede Berechtigung. Im Gegenteil scheint uns einstweilen mehr für die Auffassung zu sprechen, dass die zweite Dentition, die Ersatzzähne, etwas erst von den Säugetieren allmählich Erworbenes ist.»

Unserer Feststellung pflichtet auch HOFFMANN (1894) bei. Bleibende Molaren, wie Milchzähne sind also Glieder der ersten Zahnserie, die sich aus der Zahnleiste entwickelt. Die Milchzähne und die bleibenden Molaren sind deshalb im ontogenetischen und morphologischen Sinne völlig gleichwertig. Es sind daher die Molaren nicht den übrigen, bleibenden Zähnen zuzuzählen, da diese ja Glieder der zweiten Zahnserie darstellen, sondern den Milchzähnen. Oder richtiger: die sog. Milchzähne und die sog. bleibenden Molaren stellen die erste Zahnserie dar, während zur zweiten Zahnserie die allenfalls auftretenden Ersatzzähne zu rechnen sind.

Diese Anschauung stimmt mit der von LECHE (1893) (Studien über die Entwicklung des Zahnsystems bei den Säugetieren, Morphol. Jahrb. Bd. XIX, und Nachträge zu Studien über die Entwicklung des Zahnsystems bei den Säugetieren, Morphol. Jahrb. Bd. XX) völlig überein. Es ist das Verdienst LECHES, zuerst die wahre Stellung der Molaren richtig erkannt zu haben.

Wir haben Untersuchungen angestellt, um zu prüfen, ob irgend welche Anlagen als Ersatzzähne für die Molaren zu entdecken seien. Unsere Nachforschungen fielen indessen negativ aus. HOFFMANN selbst konnte an seinem Schafmaterial keine Untersuchungen einleiten, da ihm passende Untersuchungsobjekte nicht zur Verfügung standen, wiewohl er sich der Bedeutung eines solchen Befundes, den LECHE selber aufdecken konnte, nach dieser Richtung klar war: «Der Charakter der Molaren als Glieder der ersten Zahnserie, also gleichsam als echte Milchzähne, würde noch schärfer hervortreten, wenn sich medialwärts von denselben Andeutungen von Anlagen entsprechender Zähne der zweiten Serie auffinden liessen, mit andern Worten, wenn die Molaren in einem gewissen Stadium der Entwicklung einmal dasselbe Verhalten zeigten, wie die mehr ventralwärts gelegenen Glieder der ersten Zahnserie».

Auf Grund der neuerdings bestätigten Erkenntnis der Zugehörigkeit der eigentlichen Molaren zur Milchdentition und der im nachstehenden noch aufzuführenden Tatsachen in bezug auf das morphologische Verhalten der dem Milchgebiss angehörenden Zähne (Prämolaren und Molaren) verdient AICHELS (1917/18) Aussage aufs neue hervorgehoben zu werden: «Die Behauptung, das Milchgebiss sei primitiver als das bleibende, ist eine weit verbreitete Ansicht, aber doch nur eine Hypothese, gegen die gewichtige Einwände erhoben werden können. Die Akten über die Primitivität des Milchgebisses sind noch nicht abgeschlossen». «Auf alle Fälle scheint sich zu ergeben, dass die Milchdentition ihres primitiven Charakters auch gelegentlich entkleidet wird und Formen annehmen kann, die eine hohe Stufe der Differenzierung erkennen lässt.»

<sup>3</sup> Wiewohl das Gebiss des Rindes ein heterodontes ist, verdient doch die Tatsache Beachtung, dass es nach unsern Befunden in den allerersten Anfängen (Primärpapillenausbildungen) ein homodontes, einheitlich angelegtes ist.

**6.** Auf Grund des späteren Verhaltens der einzelnen Primärpapillen an den auftretenden Zahnkeimen können auseinandergehalten werden:

erstens: Papillen, die ihren primären Charakter beibehalten und keine Sekundärpapillen entwickeln,

zweitens: Papillen, die zwei Sekundärpapillen ausbilden (doppelt gesprossete Primärpapillen),

drittens: Papillen, die drei Sekundärpapillen ausbilden (dreifach gesprossete Primärpapillen).

**7.** Es gebührt mit Nachdruck hervorgehoben zu werden, dass innerhalb der Anlagen der Zähne der Milchdentition alle drei verschiedenen Differenzierungen und Modifikationen der papillären Grundform zur Entwicklung gelangen; innerhalb der Anlagen für die Prämolaren einfach bleibende, ungelappte oder ungesprossete Papillen, sowie Papillen, welche die Sprossung und Lappung zeigen, «gesprossete Papillen». Innerhalb der Anlagen der Molaren ausschliesslich gesprossete Papillen.<sup>1</sup>

**8.** Innerhalb der Anlagen der definitiven Prämolaren (Prämolaren der zweiten Dentition) treten dagegen nur einheitliche, ungesprossete Papillen auf.

**9.** Die innerhalb der Prämolarenanlagen des Milchgebisses auftretenden einfachen und nicht einer Sprossung unterliegenden Papillen am Schmelzorgan erweisen sich als die Bildungsherde der späteren in Ober- und Unterkiefer oral gelegenen Milchzähne (des Prämolaren pr. 2<sup>d</sup> im Oberkiefer und der Prämolaren  $\overline{\text{pr. 2}}^{\text{d}}$  und  $\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$  im Unterkiefer).

Die innerhalb der Prämolaren- und Molarenanlagen des Milchgebisses auftretenden sekundär sprossenden Primärpapillen erweisen sich als die Bildungsherde der mehr aboral gelegenen Zähne (der Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> und pr. 4<sup>d</sup> im Oberkiefer und des Prämolaren  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$  im Unterkiefer, sowie der Molaren mo. 1, mo. 2 und mo. 3 in Ober- und Unterkiefer).

**10.** Die ungesprossenen Primärpapillen geben einfach gebauten Zähnen ihren Ursprung. Die der Sprossung unterstellten Primärpapillen bilden durchwegs die genetischen Unterlagen für zusammengesetzte, komplex gebaute Zähne mit Kundengruben.

---

In einem übersichtlichen Referat unterscheidet BAUM (1921) im Anschluss an die Untersuchungsergebnisse an den Backenzähnen des Pferdes von JOEST (1915) an den Haustieren: Schmelzhöckerige Zähne und schmelzfaltige Zähne und unter den ersteren Zähne mit einfacher Papille, schmelzeinhöckeriger Zahn (Schneidezahn beim Rind) und Zähne mit in zwei oder mehr Spitzen verlaufenden Papillen, schmelzmehrhöckerige Zähne. Bei einer anderen Modifikation dieses Typus liegen die Höcker in einer Fläche (schmelzhöckeriger Zahn mit Kaufläche).

Unter den schmelzfaltigen Zähnen unterscheidet BAUM neben Zähnen mit Schmelzfaltungen an den Seitenflächen solche mit Schmelzeinstülpungen von der Kaufläche bezw. vom distalen Ende des Zahnes aus (schmelzfaltige Zähne mit Schmelzeinstülpung).

BAUMS Einteilung beruht zweifellos auf Feststellungen, die das Resultat einer makroskopischen Betrachtungsweise der Zähne sind. Wir möchten an dieser Stelle ausdrücklich auf diesen Unterschied gegenüber unserer Aufstellung hinweisen, die der Natur der Arbeit entsprechend, auf genetische Befunde abstellt und ausschliesslich das während der Entwicklung sich zeigende Verhalten der Papillen berücksichtigt und deshalb den einzelnen Höckern im Einteilungsprinzip keine Beachtung schenkt.

**11.** Die aus einer einfachen Primärpapille hervorgehenden Tochterpapillen stülpen sich teilweise frühzeitig ein und bilden im Falle der Ausbildung einer Kunde eine aus Pulpa bestehende labiale (bukale) und linguale Becherwand, die dann das zukünftige Lumen des Einzelbeckers umschliessen.

Zwei- oder dreifach gesprossste Primärpapillen bilden einen komplexen zusammengesetzten Zahn, der später gewöhnlich durch so viel Kundengruben ausgezeichnet ist, als Tochterpapillen von der Primärpapille aus gebildet werden. Jede Tochterpapille zeigt für gewöhnlich frühzeitig eine in disto-proximaler Richtung vor sich gehende Einstülpung und wird als Teilpapille der Primärpapille zu einer becherartigen Anlage umgestaltet, die aber immer in ihren proximalen Teilen mit der Stammanlage und den benachbarten Filiarpapillen verbunden bleibt.

Jede Bechergrube wird vom auswachsenden Gewebe des Schmelzorgans ausgefüllt, wodurch die Schmelzbeschickung der äussern und innern Oberfläche der beiden zunächst nur basal miteinander verbundenen, oral und aboral grösstenteils noch getrennten Wände ermöglicht wird, deren weiche gewebliche Grundlage durch periphere Dentinproduktion sich in Hartsubstanz umwandelt. Im übrigen verhält sich hinsichtlich des Differenzierungs- und Umbildungsprozesses die Tochterpapille (Sekundärpapille) einer jeden gesprosssten Anlage wie die ungesprossste Primärpapille.

**12.** Die Einzelbecher verhalten sich im weiteren Differenzierungsprozess, wiewohl untereinander in ihren basalen Weichteilen, gemäss den Primäranlagen, im Zusammenhang bleibend, wie selbständige und von einander unabhängige Einzelzähne und legen in ihren Wandteilen unter der Decke eines gemeinsamen Schmelzorgans ihre einzelnen Schichten von Hartsubstanz unter Anlagerung von Schmelz und Dentin zuerst stets an den distalen Teilen der Zahnkelche, also an den von der Basis der ganzen Anlage entfernt gelegenen Umschlagsrändern der Becherwandfalten, an, wobei der Verhärtungsprozess proximalwärts weiterschreitet und immer tiefere Weichteilpapillen der einzelnen Anlagen erfasst.

**13.** Das Längenwachstum des Zahnes erfolgt in proximo-distaler Richtung unter Anlagerung von Dentin seitens der Odontoblasten und von Schmelz seitens der Zellen des inneren Schmelzepithels.

**14.** Das Tiefenwachstum der Kundengrube bzw. die sukzessive Verlagerung des Kundengrubengrundes erfolgt in entgegengesetzter Richtung, wobei die Ablagerung von Neusubstanz von der den Kundengrubengrund darstellenden Vereinigung des eingestülpten inneren Schmelzepithels und der eingestülpten Odontoblastenschicht aus zu gehen pflegt.

Da der Kundengrubengrund anfangs noch von einer häutigen Membran dargestellt wird (inneres Schmelzepithel und Lage der in der Zahnpulpa befindlichen Odontoblasten), und die freien Ränder der Zahnbecher vor den proximal gelegenen Teilen der Kundengrubeneinstül-

pungen in den Hartzustand übertreten, liegen in diesen die eigentlichen Wachstumszonen für die inneren Becherwände der Zahngruben vor.

**15.** Die Überführung der die Zahnbecher darstellenden, aus Pulpa aufgebauten Becherwände aus dem Weichzustand in den Hartzustand erfolgt, von der Bildung des äusseren Schmelzes abgesehen, bukkal und lingual von Seiten der Odontoblasten in planmässig geordneter Weise, wobei die Dentinbildner wie bei einem einfachen Kegelsahn immer mehr von ihrer peripheren Lage abrücken und durch die Abscheidung ihrer Produktivsubstanz, des Dentins, in eine mehr innere, axiale Lage zu liegen kommen, wodurch sie schliesslich in die Zone der Oberfläche einer distal sich stark verjüngenden Kegelsäule gelangen, die noch aus weicher Pulpa aufgebaut ist, und deren Form durch entsprechende frühzeitig auftretende Faltenbildungen und Ausbuchtungen an den Zahnbecherwänden (Haupt- und Nebenleisten, Ausbuchtungen der Gegenwand = Kundengrubenwand) bestimmt wird.

**16.** In die grubenartigen Vertiefungen (Anlagen der Kunden) der Zahnbecher dringen primär das innere Schmelzepithel und die Schmelzpulpa, sekundär das äussere Schmelzepithel und das subepitheliale Bindegewebe mit den das Zahnsäckchen darstellenden Fibrillen vor. Die innere Becherwand entspricht in ihrem Aufbau der äusseren Wand des Zahnkelches, und es folgen von aussen nach innen: Bindegewebe, äusseres Schmelzepithel, Schmelzpulpa, inneres Schmelzepithel, Schmelz, Dentin, Odontoblasten, Pulpa.

**17.** Die in der Literatur aufgeführten «Dentin- bzw. Schmelzscherbchen» der Backenzahnanlagen des Rindes sind, je nach dem Zahn, dem sie angehören, entweder in Bildung begriffene Hartteile der ganzen Zahnanlage (im Falle eines einkomponentigen, einbecherigen Zahnes) oder aber nur einzelne Hartfragmente der letzteren, indem sie bei zusammengesetzten Zahnanlagen die verkalkten labialen (bukkalen) bzw. lingualen, noch nicht miteinander verschmolzenen, nur in den basalen Weichteilen von Natur aus verbundenen, aber künstlich getrennten Becherwände der Einzelbecher einer Gesamtanlage darstellen.

**18.** Weist schon die Entwicklungsgeschichte auf Grund der mikrotechnischen Untersuchungen auf den individuell gleichartigen Charakter der einzelnen Sekundärpapillen (die freilich in der Entwicklung zeitlich nicht gleichen Schritt miteinander halten) und auf deren übereinstimmendes Verhalten mit den einzelnen ungesprosst bleibenden Primärpapillen hin, so ergibt auch das unter Anwendung der Röntgentechnik durchgeführte Studium der verkalkenden oder bereits verkalkten Anlagen, dass jeder Einzelbecher, jede «Sekundärpapillenanlage», innerhalb der Stammanlage («Primärkeim») sich in der Verkalkung wie ein selbständig auftretender Einzelzahn verhält. Jede Sekundärpapille verkalkt, ungeachtet ihrer Zugehörigkeit zur Stammpapille, unabhängig und separat, gleichsam in Form eines Einzelzahnes, wobei die

zweikomponentigen Anlagen stets den vorderen oralen Zahnbecher vor dem hinteren aboral gelegenen Becher zur Verkalkung bringen und die dreikomponentigen Anlagen unter den mandibularen Milchbackenzähnen insofern untereinander ein etwas verschiedenes Verhalten zeigen, als die dreikomponentigen Prämolaren zuerst den mittelständigen, die dreikomponentigen Molaren zuerst den oralen Becher vor den mittleren und aboralen Komponenten der Anlage verkalken.

Die röntgenologisch fassbaren, wie kegelförmige Einzelzähne erscheinenden Hartherde zeigen in bezug auf ihr Verhalten zur Erscheinung der Konkreszenz innerhalb der von vorn nach hinten longitudinal verlaufenden Anlagenreihe insofern ein verschiedenes Verhalten, als die einen als selbständige Anlagen später bestehen bleiben, die andern dagegen, gemäss der Zugehörigkeit zur Grundanlage und gemäss des Zusammenhangs ihrer Weichteile mit dieser, im Hartzustand mit benachbarten Hartherden verschmelzen.

Aus einem einzigen Kalkherd, ohne Eintritt einer Verschmelzung, bilden sich unter den Milchprämolaren im Oberkiefer der Prämolare pr. 2<sup>d</sup>, im Unterkiefer die Prämolare pr. 3<sup>d</sup> und pr. 2<sup>d</sup>.

Aus zwei Hartherden bilden sich unter der Erscheinung der Verschmelzung im Oberkiefer unter den Milchprämolaren die Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> und pr. 4<sup>d</sup>, ferner die Molaren mo. 1, mo. 2 und mo. 3 im Oberkiefer; die Molare mo. 1 und mo. 2 im Unterkiefer.

Aus drei Hartherden bilden sich im Unterkiefer unter den Milchprämolaren der Prämolare pr. 4<sup>d</sup>, unter den Molaren der Molar mo. 3.

Die einzelnen Konstituenten des Gebisses bzw. einer Zahnanlage verkalken überdies nach einem planmässig geordneten Kalzifikationsmodus, der im Hinblick auf das fertige Gebiss die schrittweise Vervollständigung der Zahnreihen beider Kiefer und das sukzessive, zahnstangenartige Ineinandergreifen maxillarer und mandibularer Gebisskomponenten, d. h. der Ganz- und Teilanlagen des Gebisses, möglich macht (vide auch Zusammenfassungen im röntgenologischen Teil).

**19.** Die anfänglich nur in ihren proximalen Weichteilen miteinander und in den Wandteilen nur an der Basis verbundenen, oral und aboral aber noch offenen Zahnbecher einer komplexen Zahnanlage (im Oberkiefer bleiben die Becheranlagen der komplex gebauten Zähne nach hinten, im Unterkiefer nach vorne hin offen) verschmelzen in den Wandteilen sukzessive von der Basis der Anlage aus unter zunehmendem Längenwuchs nacheinander von vorn nach hinten während der Entwicklung der Kieferanlage und bauen, durch Hartsubstanzen später miteinander verbunden, den komplexen, zwei- oder drei-becherigen (-komponentigen) prämolaren und molaren Milchbackenzahn auf.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Durch unsere Untersuchungen wurde dargetan, dass dem Begriff «Konkreszenz» doch nicht in allen Fällen die beschränkte Bedeutung zugemessen ist, wie ihn ADLOFF (1919) gab, nach welchem Autor «Konkreszenz» bei der Herausbildung der Säugetiergebisse im Ganzen, vor allem bei der Entstehung der beiden Dentitionen, eine Rolle gespielt habe. «Sie hat nur die Grundlage geschaffen, von der aus die weitere Differenzierung vor sich gegangen ist. Nicht die Verschmelzung an sich ist das Wichtige, sondern die Tatsache, dass die Neigung resp. die Fähigkeit hierzu im primitiven Gebiss grösser zu sein scheint als in der bleibenden Reihe.»

An einem auf nahezu 1000 Filmaufnahmen sich stützenden, eine vollständig geschlossene und lückenlose Bildserie darstellenden Untersuchungsmaterial, das jede einzelne Etappe der Verschmelzung ursprünglich selbständig auftretender Kalkanlagen nicht nur in einwandfreier Weise festhält, sondern auch bei gleichalterigen Föten mit derselben Präzision und Wiederkehr der einzelnen Kalkherde auftreten lässt, kann überzeugend gezeigt werden, dass in longitudinaler Richtung zwischen den einzelnen, selbständig verkalkenden, aus den Sekundärpapillenanlagen hervorgehenden Zahnbechern bzw. Einzelkomponenten eines gemäss dem Verhalten der Primärpapille ursprünglich einheitlichen Zahnkeimes **Konkreszenzen** in Erscheinung treten, die die verkalkenden Einzelanlagen in einen geschlossen gefügten Zahn überführen, der, je nachdem zwei oder drei selbständig verkalkende Papillen in Einzelhartherden vorliegen, zu einem zwei- oder drei-komponentigen bzw. -becherigen Zahn verschmilzt.

Unterstrichen zu werden verdient, dass die beobachteten Konkreszenzen an den komplex gebauten Zahnanlagen die einzelnen Derivate einer einheitlichen Anlage erfassen, so dass die an den Prämolaren und Molaren des Rindes als Verschmelzungen sich zeigenden Prozesse intradentärer, nicht interdenter Natur sind, und dass die also gebildeten Zähne nicht als komplexe in bezug auf die Beteiligung mehrerer Zahnanlagen bezeichnet werden können, sondern in bezug auf die während der Entwicklung an den distalen Teilen einer Grundanlage vorsichgehende Vereinigung früher schon proximal in den Weichanlagen verbundener Teilanlagen, aber innerhalb der Genese in der Verkalkung selbständig auftretender Anlagen.<sup>1</sup>

Die systematisch durchgeführte morphologisch-anatomische Untersuchung der verschiedenen Zahntypen des Ober- und Unterkiefers beim Rind während der intra- und extrauterinen Entwicklung bestätigt auf den verschiedenen Altersstufen den mikroskopisch-embryologischen und embryologisch-röntgenologischen Befund und zeigt, dass tatsächlich neben einfachen Zähnen zusammengesetzte und allmählich in ihren Teilanlagen miteinander verschmelzende Zähne auftreten, deren Habitus sich zu Anfang der Entwicklung resp. vor dem Durchbruch und der Abnützung wesentlich anders verhält wie derjenige des im Gebrauch gestandenen und abgeschliffenen Zahnes.

Die Untersuchung lehrt, dass am makroskopischen Material auf frühen Stadien der Entwicklung neben einfach gebauten und später einfach bleibenden Zähnen komplexe mit zwei und drei Komponenten erscheinen, die, in ihren basalen Weichteilen miteinander verbunden,

<sup>1</sup> Beim Molar des Rindes (komplex gebauten) handelt es sich freilich nicht um einen Nachweis von Verschmelzungen hintereinander gelegener Zähne oder Zahnanlagen, von dem ADLOFF sagt, dass er bisher nicht so erbracht sei, wie derjenige nebeneinander liegender Zähne verschiedener Dentitionen, sondern um eine Verschmelzung von einer gemeinsamen Anlage angehörenden Komponenten hintereinander gelegener Zähne.

in den Hart- bzw. verkalkenden Wandteilen allmählich sich zu tubenartigen, seitlich verschmelzenden Hartsäulen umgestalten, die am distalen Ende je eine grubenartige Vertiefung erlangen. Ausbuchtungen der labialen und lingualen Säulen- resp. Becherflächen führen auf der einen Seite zu vertikal gerichteten oder schief verlaufenden Haupt- bzw. Nebenleisten, auf der anderen Seite zu deutlichen Kurvaturen, die an den Ober- und Unterkieferzähnen verschieden gerichtet sind und mit den Ausbuchtungen der Kundengrubenwände einhergehen, wodurch die Becheröffnungen an der späteren Kaufläche die bekannte sichelförmige Gestalt erlangen.

Beim Durchbruch der Zähne erscheinen die zukünftigen Mahlflächen in Form von in der Mitte zu Spitzen ausgezogenen, voneinander durch die über der Kunde gelegene Schleimhaut der Mundhöhle getrennten Kanten oder Leisten, die die Kantensäume der labialen und lingualen Becherwände darstellen, in Wirklichkeit aber die freistehenden Umschlagteile der den Zahn bzw. die Becheranlage zusammensetzenden Wandfalten wiedergeben. Jeder Wandfaltenkamm besitzt in seiner Mitte einen stumpfspitzigen Endteil, von welchem oral und aboral die Seitenteile nach der proximalen Basis abfallen, um sich etwas tiefer, im Bereich der vordern und hintern Zahnbecherwand, zum einheitlichen Becher zusammenzufinden.

**20.** Einbecherige Zähne weisen zwei, zweibecherig zusammengesetzte Zähne vier, dreibecherig zusammengesetzte Zähne gewöhnlich sechs vorspringende Endteile an den Becherandsäumen auf. Das spätere, scheinbar so komplizierte Bild der Mahlflächen lässt sich in ganz einfacher Weise auf ein ein- oder mehrbecheriges Ausgangsstadium in der Kauflächenentwicklung zurückführen, indem die komplizierte Mahlflächenstruktur allmählich im Abnutzungsprozess, beim Zahngebrauch, Gestalt erhält.

Unter Beibehaltung des von Anbeginn zackenartig sich zeigenden Becherrandverlaufs verlieren die Kanten der Faltenumschläge an den einzelnen zusammengewachsenen Zahnbechern ihre Randschärfe und werden in der Weise formativ abgeändert, dass an Stelle der die bukkale Becherwand und die Kundengrubenwand und die Kundengrubenwand und die linguale Becherwand verbindenden Schmelzumschläge Einschnitte an der umgebogenen Becherwand entstehen, die diese Wandteile voneinander getrennt erscheinen lassen, wodurch ein Anschnitt der darunter gelegenen, von Schmelzbelägen umsäumten Dentinkegeln erfolgt. Zuzufolge der morphologischen Abänderung der Becherwandteile und der mit der Wandleistenbildung im Zusammenhang stehenden Ausbuchtung tritt das Dentin auf der Reibfläche in halbmondförmigen Querschnitten auf, während in der Achse des distal zugespitzten, nach der zukünftigen Kaufläche konisch geformten Dentinkegels entweder noch ein Rest von weichem Pulpagewebe anzutreffen ist, das einen bis an den freien Zahnrund hinaufreichenden Ast der basal gelegenen gemeinsamen Pulpa darstellt, oder aber, beim Schwund der letzteren, einen Hohlraum, der dann statt eines «zahnsternenartigen» Querschnittes auf dem Anschnitt in Form eines kleinen Loches erscheint.

# Untersuchungen

## Einführung in den Arbeitsgang

### Motto:

«Um auf dem Gebiete der Morphologie des Säugetiergebisses zu etwas Anderem als bloss zu tastenden Vermutungen zu gelangen, um allgemeine Gesichtspunkte zu gewinnen, muss dieses Gebiet jedenfalls von verschiedenen Seiten angegriffen werden.» (LECHE, 1893.)

Die Durchsicht einer recht bedeutenden Zahl röntgenologischer Aufnahmen von in der Medianen durchschnittenen Schädeln verschiedenaltiger Rinderembryonen ergab das unzweifelhaft bemerkenswerte Resultat, dass eine weit grössere Anzahl von zahnartigen Hartanlagen im Prämolaren- und Molargebiss des Schädels am Ober- und Unterkiefer während der Entwicklung des jungen Rindes erscheint, als der zahlenmässigen Feststellung bei der Untersuchung von Kiefern, die geburtsreifen Tieren angehören, entspricht.

So konnten am Ober- und Unterkiefer während der Zeit der intrauterinen Fötalentwicklung bis zur Zeit des Abschlusses derselben 14 Verkalkungsherde pro Schädelhälfte, an einem Ober- und an einem Unterkiefer je 7 an einer Schädelseite nachgewiesen werden, während zu Beginn der extrauterinen Lebensperiode der Frucht pro Schädelhälfte nur je 8 verkalkte Zähne am linken, bezw. rechten Ober- und Unterkiefer zusammen (4 Zähne an der linken bezw. rechten Ober- und 4 Zähne auf der linken bezw. rechten Unterkieferhälfte) in Erscheinung treten, nämlich unter den vorderen Backzähnen oben und unten die Anlagen für den Prämolaren pr. 2<sup>d</sup>, Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> und Prämolaren pr. 4<sup>d</sup> und als hinterer Backzahn Molar mo. 1 (dieser freilich in der Anlage noch nicht vollständig).

Unsere Beobachtung wurde bestätigt, als die Untersuchungen auf Kieferstücke noch älterer Tiere ausgedehnt wurden und die Anzahl von sämtlichen, augenscheinlich selbständig auftretenden Einzelhartherden an Ober- und Unterkiefer dem zahlenmässigen Untersuchungsbefund an einem Material aus der Zeit des Zahnwechseleintrittes gegenübergestellt wurde. Während die Zahl der augenscheinlich selbständig zur Verkalkung gelangenden Anlagen, die im Verlauf einer Periode vom Anbeginn der Zahnentwicklung bis zum Zeitpunkt des Zahnwechsels röntgenologisch festgestellt werden können, an den beiden oberen (linken und rechten) Kieferhälften zusammen 22 und an den beiden unteren (linken und rechten) Kieferhälften insgesamt 24 (je 11 bezw. 12 an Ober- bezw. Unterkiefer auf jeder Seite) beträgt, so finden sich oben und unten unmittelbar vor Eintritt des Zahnwechsels nur insgesamt je 12 Zähne auf beiden Seiten oben bezw. unten zusammen (6 auf jeder Seite oben bezw. unten), nämlich oben und unten jederseits die Prämolaren pr. 2<sup>d</sup>, pr. 3<sup>d</sup> und pr. 4<sup>d</sup> und die Molaren mo. 1, mo. 2 und mo. 3.

Diese Diskrepanz in den Befunden des zahlenmässigen Bestandes der Hartgebilde im Verlauf einer bestimmten Entwicklungsperiode und am Ende des betreffenden Zeitabschnittes war Anlass zur Durchführung von Untersuchungen, welche die Klärung dieses Widerspruches zu bringen hatten. Einzelne der «überzähligen» Anlagen mussten entweder während der Entwicklung der Kiefer wieder zurückgebildet werden, oder es musste damit gerechnet werden, dass

die während der Entwicklung erschienenen «Einzelanlagen» zum Aufbau komplexer Anlagen im Sinne eines Zusammenschlusses verwertet wurden.<sup>1</sup> Dass nämlich die verkalkenden Einzelteile nicht blossen Zahnhöckern gleichzusetzen waren, zeigte die Untersuchung bald.<sup>2</sup>

Die Forschung ergab nun eindeutig das Resultat, dass die einzelnen wie selbständige Zähne im Verkalkungsprozess sich ausnehmenden «überzähligen Anlagen» nicht rückgebildet werden, sondern erhalten bleiben und in allen Fällen Beziehungen zu den späteren Zähnen aufweisen, indem sie einzeln, zu zweien oder dreien, je nach dem Zahn, an dessen Aufbau sie Anteil nehmen, das spätere Zahnindividuum verkörpern, während der Bildung der einzelnen Zahnanlagen des prämolaren und molaren Milchgebisses aber längere Zeit eine selbständige Rolle spielen, die sie physiologisch später auch behaupten, genetisch und morphologisch jedoch im Sinne ihrer Zugehörigkeit zu einer Zahnanlage aufgeben können (Bildung von komplexen und zusammengesetzten Zähnen).

Einige unter diesen Anlagen bilden sich direkt zu einfach gebauten Zähnen um, andere unter ihnen, die auf dem Röntgenbilde ebenfalls wie selbständige Verkalkungen sich ausnehmen, schliessen sich in den Hartteilen (in den Weichteilen sind sie bereits von Anbeginn an, wie die Untersuchung zeigt, in einheitlichem Anlage-Zusammenhang), später zusammen und bilden komplexe «Einzelzähne», die aus ihnen aufgebaut sind. Diese Kalkherde sind also Bestandteile einheitlicher, vielfach, ja meistens, gemeinsamer Anlagen. Im Verkalkungsprozess und in anderer Hinsicht verhalten sie sich als Teile des Gebisses durchaus wie selbständige Zähne, deren Beziehungen zur Entwicklungsgeschichte, wie die Untersuchungen lehren, hoch interessant sind. Die Forschung zeigt nämlich, dass bei den meisten Zahntypen des Rindes der Papillarkörper der Zahnanlage sich frühzeitig auflappt und, dass die also entstandenen Sekundärpapillen die morphologischen Unterlagen für die in Rede stehenden, röntgenologisch und physiologisch selbständig auftretenden Zahnkörper abgeben, die von Anbeginn gemeinsamen Stammanlagen zugeordnet sind, deren Zahl derjenigen der fertig ausgebildeten Zähne am Unterkiefer des erwachsenen Tieres genau entspricht. Die Zahl der Zähne mit abgeschlossener Entwicklung bleibt zusehends unverändert und entspricht der Anzahl der im Gebiss erwachsener Rinder auftretenden Zähne. Die grosse Zahl der anfänglich in Form von «Einzelzähnen» auftretenden Hartanlagen erklärt sich also aus der Tatsache heraus, dass einzelne ihrer Bildungen auf Anlagen zurückzuführen sind, deren Papillarkörper eine partielle Aufteilung erfährt, wobei die entstandenen Teilanlagen die geweblichen Unterlagen für jene bilden.

Dieser Befund ist grundsätzlich wichtig für die Bewertung des einzelnen Zahnes im Rindergebiss. Da nicht alle unsere als selbständige Bildungen im Röntgenbilde festzustellenden Hartherde auf einen aufgeteilten Papillarkörper der Anlage zurückzuführen sind, sondern einzelne dieser selbständig in der Verkalkung auftretenden Hartgebilde sich auf Unterlagen zurück-

SCHOEBER (1920), der Untersuchungen über Zahnanomalien und Zahnkrankheiten bei Rindern angestellt hat, hat Polyodontie niemals feststellen können, dagegen fand der Autor mehrmals Oligodontie.

<sup>2</sup> Bei einer Überzahl an Zähnen (Polyodontie) kann es sich (vide NIEBERLE, K., u. COHRS, P., 1931) um eine Erscheinung atavistischer Art handeln, die in erster Linie die Anlage der Milchzähne betrifft (atavistische oder typische Polyodontie); oder um eine Erscheinung atypischer Art (atypische Polyodontie: zufällig vermehrte Bildung von Zahnkeimen, Spaltung einer einfachen Zahnanlage, latente Dignathie, Versprengung von Teilen der Zahnleiste oder des odontogenen Gewebes der Kieferanlage); oder endlich um eine sog. latente Polyodontie: Verschmelzung oder zystische Inklusion überzähliger Zähne (Follikular- oder Kieferzysten).

führen lassen, die unaufgelappt bleiben und keine Sekundärpapillen aus sich heraus entstehen lassen, so müssen wir — auch dies sei in der Einleitung vorweggenommen — grundsätzlich zwei Typen von Zähnen auseinanderhalten: einfach gebaute und komplex gebaute Zähne. Erstere lassen ihre Entstehung auf einen ungelappten Papillarkörper zurückführen; ihre im Röntgenbilde wahrnehmbaren Hartherde erscheinen anfänglich als primitive kegelförmig gebaute Zähne (weisen aber in Wirklichkeit meistens Bechergestalt auf) und repräsentieren die ganze Zahnanlage. Letztere lassen sich auf einen aufgelappten Zahnanlagezellkomplex zurückführen, indem sie sich aus so viel selbständig verkalkenden Einzelkomponenten aufbauen, als Sekundärpapillen seitens der Stammanlage geliefert werden.

### Zur Disposition des Abhandlungsstoffes

Es sei uns gestattet, im folgenden bekanntzugeben, in welcher Art und Weise an den Gebissen verschiedenaltiger Rinderembryonen und ausgetragener Tiere röntgenologisch die Hartbildungen an den Ober- und Unterkiefern auftreten und wie diese Hartbildungen sich zu den einzelnen Zähnen des entwickelten Gebisses verhalten. Eine lückenlose Darstellung des Auftretens der einzelnen Kalkbildungen und ihrer Beziehungen zu den Anlagen der fertigen Zähne möge das sichere Stützgerüst für alles weitere bilden. Diese Ausführungen, die darauf bezugnehmen, sollen im «Ersten Abschnitt» unserer Abhandlung enthalten sein.

In einem «Zweiten Abschnitt» soll der Nachweis erbracht werden, dass die unter Anwendung der Röntgentechnik ermittelten Resultate durch das Studium der Entwicklungsgeschichte der Weichanlagen ihre Bestätigung finden, indem dem verschiedenen Verhalten der auf den Röntgenbildern anfänglich getrennt auftretenden später entweder isoliert bleibenden und zu einem fertigen einfachen Zahn sich umbildenden oder aber vielfach in Zwei- oder Dreizahl zu einer höhern Einheit sich vereinigenden Anlagen auch ein verschiedenes entwicklungsgeschichtliches Verhalten der sie bildenden Grundanlagen entspricht, die entweder nur einen einzigen Papillarkörper ausbilden, der verkalkt, oder aber zwei oder drei sekundäre Papillen aus sich heraus entstehen lassen, die einzeln verkalken, wonach unter Zusammenschluss der Hartteile ein komplexer zwei- oder dreikomponentiger Zahn entsteht.

Ferner kann, wie wir sehen werden, die Entwicklungsgeschichte zeigen, dass der prämolare und molare Zahn des Milchgebisses sich fast durchwegs in Form eines Zahnbeckers anlegt, und dass einzelne Zähne des Milchgebisses sich aus ein, zwei oder mehreren Zahnbeckern aufbauen, so dass demzufolge nicht nur ein-, zwei- oder dreikomponentige Zähne auseinander zu halten sind, sondern auch ein-, zwei- und dreibecherige Zahnformationen, die gewissen Zahntypen gegenüberstehen, welche eine typische Becherform offensichtlich nicht zeigen.

In einem «Dritten Abschnitt» soll an einzelnen sorgfältig exstirpierten und präparierten Zähnen aus Kieferstücken verschiedenaltiger Rinder gezeigt werden, dass zu allen Zeiten, selbst noch auf relativ späten Stufen der Zahnentwicklung, an den verschiedenen Zahntypen der einfache oder zusammengesetzte Baucharakter nachgewiesen werden kann, dass aber letzterer bei weiterschreitendem Verhärtungsprozess die typische Struktur zugunsten einer einheitlichen soliden Zahnformation immer mehr verliert. Dieser Abschnitt der Arbeit befasst sich auch mit der Besprechung einer Reihe von Quer- und Längsschnitten durch teilweise oder völlig verkalkte Zähne im Gebiss verschiedenaltiger Tiere.

In einem «Vierten Abschnitt» endlich treten wir auf die Beziehungen der einzelnen Hartteile des Gebisses inter se ein, wobei wir auch in einer besonderen Betrachtung auf die

Relation der einzelnen Mahlfächenabschnitte eingehen werden. Dieser Teil der Arbeit, der nicht so sehr den Einzelzähnen gewidmet ist, als vielmehr dem die Mahltätigkeit übernehmenden und besorgenden molaren Gebiss, öffnet das Verständnis für die Innehaltung des eigenartigen Modus der Entwicklung und Verkalkung der einzelnen in der Entwicklung emanzipiert auftretenden und zu Einheiten dann wieder sich zusammenfindenden Zahnbildungen und weist auf die grosse Anpassungsfähigkeit der ganzen Hartformation hin an die mit der mechanischen Zerkleinerung der Rohfaser zusammenhängenden, den ganzen Apparat in der Anlage beeinflussenden physiologisch besonderen Ansprüche.

## ERSTER ABSCHNITT

## Ermittlungen bezüglich des Auftretens verkalkter Einzelanlagen auf Röntgenbildern und die Beziehungen dieser Kalkherde zu den späteren Zähnen des prämolaren und molaren Milch- bzw. Definitivgebisses

### 1. Vorläufige Orientierung über das Resultat dieser Ermittlungen an Hand zweier übersichtlicher Schemen

Um in einfacher und übersichtlicher Weise zu zeigen, in welcher Art im röntgenologischen Aufnahmebild die einzelnen Hartanlagen der Zähne als selbständig auftretende Hartkerne erscheinen, in welcher Weise diese sich zu ihren Weichanlagen, denen sie angehören und zum fertigen Zahn, zu dessen Bildung sie einzeln oder zu zweien oder dreien herangezogen werden, sich stellen, führen wir vorläufig zwei Schemata an, von denen das eine, Schema b, Rücksicht auf die fertigen Zahnbildungen nimmt, das andere, Schema a, das Resultat der Untersuchungen in bezug auf das Auftreten einzelner verkalkter Anlagen zur Darstellung bringt, deren Schicksal innerhalb des Zeitraumes der Zahndifferenzierung bis zum Zahnwechsel festzustellen ist. (Vide Schemen pg. 20 bzw. 22.)

Um die genetischen Relationen der einzelnen verkalkten Herde übersehen und ihre Beteiligung am fertig differenzierten Zahn leicht erkennen zu können, haben wir die Zähne bzw. Zahnanlagen auf beiden Figuren in das nämliche Grundschema eingezeichnet, wobei die vier- bzw. rechteckig umgrenzten, in zwei waagrecht ausgerichtete Reihen fallenden Felder die Grundanlagen der fertig entwickelten Zähne am Ober- und Unterkiefer versinnbildlichen sollen. (Schema a und b.)

Im Gegensatz zu Schema b sind im Schema a einzelne der Felder einfach oder doppelt eingekerbt, was den vorausgehenden Prozess der Aufspaltung der unverkalkten Mutteranlage in Sekundärpapillen am Zahn andeuten soll. Einzelne der im Schema a eingezeichneten Hartkerde stehen mit den Aufteilungspapillen der Grundanlage genetisch im Zusammenhang.

Die als verkalkte Einzelanlagen (Teilanlagen) in Erscheinung tretenden Hartgebilde haben wir, entsprechend der Darstellung der fertigen Zähne, bei denen die Verschmelzungen sich bereits vollzogen haben (Schema b), in das Schema a mit stark umrandeten Konturlinien eingesetzt, und in diejenigen Felder eingezeichnet, in denen mit Rücksicht auf die Grundanlage (Weichanlage) sie entweder als Ganzanlage oder als Teilanlagen vorzufinden sind. Das Schicksal dieser Hartanlagen als Teilanlagen einer Grundanlage wird durch ihre Einstellung in Partialfelder vorgeführt, die untereinander in bestimmter Weise, entsprechend dem ursprünglichen Papillenzusammenhang, der ebenfalls im Schema angedeutet ist, sich als Abschnitte einer Ganzanlage (Zahnanlage) ergeben.

Die ganz allgemein als Zahnkomponenten «ko.» ausgegebenen Hartgebilde schliessen sich in der im Schema b angegebenen Weise zusammen, sofern nicht ihr einheitlicher Charakter auch während der späteren Entwicklung (vergl. die beiden Schemen untereinander) gewahrt bleibt.

Um die Identifizierung der verkalkten Einzelanlagen mit den späteren Zähnen oder mit den Teilen der Gesamtanlagen leicht zu ermöglichen, haben wir im Schema a und b innerhalb der primären Anlage eines Zahnes die nämlichen Abkürzungen in Anwendung gebracht.

Die innerhalb einer ganzen Zahnanlage (Grundanlage) am meisten nach vorn (oral) gelegene Komponente trägt, sofern sie sich als Teilstück eines Zahnes erweist (sonst hat sie den Wert einer Komponente des Gebisses, nicht aber eines Zahnes und wird mit der Abkürzung ko. ohne weitere Bezeichnung versehen), die Ziffer 1 («ko. 1»), die nachfolgende, dem Kieferwinkel noch näher gelegene Komponente, die Ziffer 2 («ko. 2»), während eine allfällig noch mehr nach hinten gelegene Komponente derselben Anlage mit der Ziffer 3 («ko. 3») ausgestattet wird.

Wir gestatten uns, die ermittelten Ergebnisse in unseren Ausführungen in Form einer vorläufigen Orientierung unter Benützung instruktiver Schemen bekanntzugeben und der Beweisführung in unserer Einleitung deshalb voranzustellen, weil wir uns genötigt sehen, später auf den verschiedenen Stadien der Rinderentwicklung die in Erscheinung tretenden Hartanlagen zum Zwecke ihrer Auseinanderhaltung mit bestimmten Bezeichnungen zu belegen. Wir haben sie nun im Schema gleich so gewählt, dass sie sich mit den Bezeichnungen der untersuchungsmässigen Unterlagen decken. Erst nach der Durchführung der das gesamte Material einbeziehenden Untersuchungen war es möglich, den einzelnen Teilen des Gebisses die richtige Bezeichnung zu verleihen. Wir sehen uns veranlasst, auch hier wiederum den in der Arbeit enthaltenen Ausführungen voranzueilen.

### a) Die Verhältnisse am Milchgebiss

Hierzu die Schemen a und b, pg. 20

Schema b<sup>1</sup> illustriert die Situation unmittelbar vor Eintritt des Wechsels der prämolaren Milchzähne, deren Formstruktur es im Bilde festhält. Aus diesem Schema ist, zumal mit durchgehenden punktierten Linien die Verschmelzungszonen angegeben sind, wo selbständig verkalkende und gesondert auftretende Anlagen sich zu einem einheitlichen Zahnkomplex zusammengefunden haben, ersichtlich, welche Zähne der ersten Dentition einfacher, welche komplexer Natur sind.

Das erste Feld für den Prämolaren pr. 1<sup>d2</sup> (pr. 1<sup>d</sup> und pr. 1<sup>d</sup>) in Ober- und Unterkiefer bleibt unbesetzt: Die Prämolaren 1 treten beim Rind bekanntlich regulärerweise nicht auf.

<sup>1</sup> Zum Zwecke einer instruktiveren Darstellung gehen wir vorteilhafterweise vom fertig entwickelten Milchzahngebiss aus, nicht von der den früheren Zustand festhaltenden Entwicklungsperiode (Schema a).

<sup>2</sup> In der vorliegenden Arbeit ist an den Prämolaren und Molaren die Zählung separat durchgeführt, und zwar in beiden Gruppen von vorn nach hinten, unter Berücksichtigung der paläontologischen und vergleichend-anatomischen Resultate der Forschung.

Im Milchgebiss wird bezeichnet mit:

der 1., vorderste Prämolare:	<u>pr. 1<sup>d</sup></u> im Oberkiefer; <u>pr. 1<sup>d</sup></u> im Unterkiefer.
der 2., zweitvorderste Prämolare:	<u>pr. 2<sup>d</sup></u> im Oberkiefer; <u>pr. 2<sup>d</sup></u> im Unterkiefer.
der 3., drittvorderste Prämolare:	<u>pr. 3<sup>d</sup></u> im Oberkiefer; <u>pr. 3<sup>d</sup></u> im Unterkiefer.
der 4., viertvorderste Prämolare:	<u>pr. 4<sup>d</sup></u> im Oberkiefer; <u>pr. 4<sup>d</sup></u> im Unterkiefer.

Fortsetzung als Fussnote auf pg. 19 angeführt.

Die darauffolgenden drei Felder oben und unten enthalten Hartanlagen, und zwar gehen aus den Grundanlagen die Prämolaren 2 (pr. 2<sup>d</sup> bzw. pr. 2<sup>d</sup>), 3 (pr. 3<sup>d</sup> und pr. 3<sup>d</sup>) und 4 (pr. 4<sup>d</sup> und pr. 4<sup>d</sup>) in Ober- und Unterkiefer hervor, denen sich oben und unten die Molaren 1 (mo. 1 und mo. 1), 2 (mo. 2 und mo. 2) und 3 (mo. 3 und mo. 3) anschließen.

Im Oberkiefer stellt sich im Milchgebiss als einziger Zahn, der einheitlicher und nicht komplexer Natur ist und deshalb einer die Verlötung andeutenden Naht entbehrt, der zweite Prämolare (pr. 2<sup>d</sup>) entgegen. Die Prämolaren 3 (pr. 3<sup>d</sup>) und 4 (pr. 4<sup>d</sup>) und die Molaren 1 (mo. 1), 2 (mo. 2) und 3 (mo. 3) sind komplex aufgebaute Zähne. Die vorhandene Trennungslinie deutet ihre frühere Zusammensetzung aus zwei Teilkomponenten an.

Der Unterkiefer verfügt über zwei nicht zusammengesetzte einfache Zähne. Prämolare 2 (pr. 2<sup>d</sup>) und Prämolare 3 (pr. 3<sup>d</sup>) weisen keine durch eine Verlötung zustande gekommene Trennungsscheide auf. Prämolare 4 (pr. 4<sup>d</sup>) und die Molaren 1 (mo. 1), 2 (mo. 2) und 3 (mo. 3) dagegen sind wiederum zusammengesetzte, kombinierte Zähne. Im Prämolare 4 und im Molare 3 finden wir mehr denn eine, sogar zwei Spuren der Verschmelzung: Der Bau dieser Zähne geht aus der Vereinigung von nicht weniger als drei Komponenten hervor. In den Molaren 1 und 2 finden wir nur eine Verlötnaht; die Zähne setzen sich aus zwei Komponenten zusammen und bilden ein Beispiel für eine zweikomponentige Konkreszenz.<sup>1</sup>

Im Definitivgebiss:

der 1., vorderste Prämolare:	<u>Pr. 1</u> im Oberkiefer;
	<u>Pr. 1</u> im Unterkiefer.
der 2., zweitvorderste Prämolare:	<u>Pr. 2</u> im Oberkiefer;
	<u>Pr. 2</u> im Unterkiefer.
der 3., drittvorderste Prämolare:	<u>Pr. 3</u> im Oberkiefer;
	<u>Pr. 3</u> im Unterkiefer.
der 4., viertvorderste Prämolare:	<u>Pr. 4</u> im Oberkiefer;
	<u>Pr. 4</u> im Unterkiefer.

Im Milch- und Definitivgebiss werden die Molaren, die aus ersterem in letzteres übernommen werden, bezeichnet:

der 1., vorderste Molare:	<u>mo. 1</u> im Oberkiefer;
	<u>mo. 1</u> im Unterkiefer.
der 2., zweitvorderste Molare:	<u>mo. 2</u> im Oberkiefer;
	<u>mo. 2</u> im Unterkiefer.
der 3., drittvorderste Molare:	<u>mo. 3</u> im Oberkiefer;
	<u>mo. 3</u> im Unterkiefer.

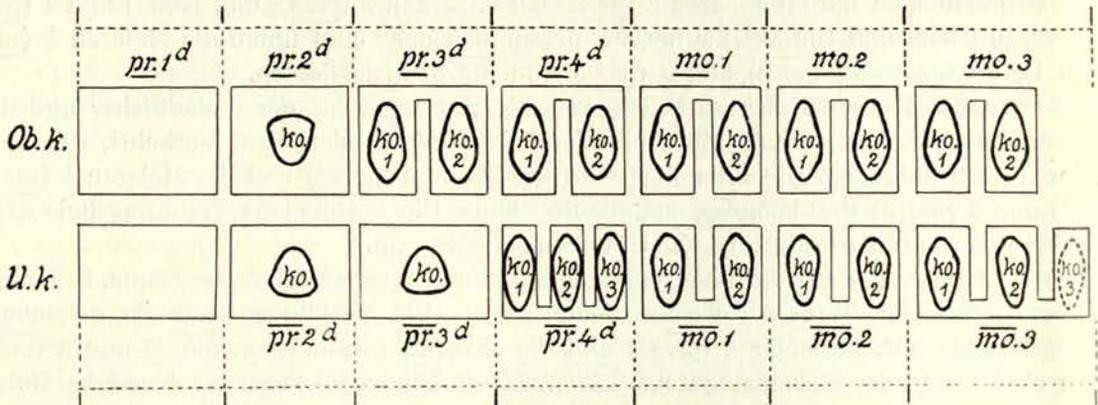
Wir möchten, wenn wir den Ausdruck Konkreszenz in unserer Arbeit brauchen, hervorheben, dass wir den Begriff in seiner allgemeinsten Bedeutung in Anwendung ziehen und keinesfalls daran die Vorstellung einer Verschmelzung einzelner Zähne oder Zahnanlagen gleicher oder verschiedener Dentitionen miteinander knüpfen. Auch bringen wir ihn frei von der so leicht einreißbaren Decke phylogenetischer Spekulation, was in unserem Fall um so mehr angebracht erscheint, als dieser sekundär stattfindende Verschmelzungsvorgang zwischen den einzelnen Tochterpapillen einer Stammpapille zweifellos im engsten Zusammenhange steht mit dem Primärprozess, d. h. mit der Aufspaltung des bindegewebigen Anteils des Zahnkeimes, welcher Prozess wiederum, allem Anscheine nach im Sinn einer am Gebiss des Wiederkäuers auftretenden Anpassung zu erklären ist.

Nur in diesem Sinne sei AICHELS Frage (1917/18), ob Konkreszenz als Faktor bei der phylogenetischen Umwandlung der Zahnform sichergestellt sei, positiv beantwortet.

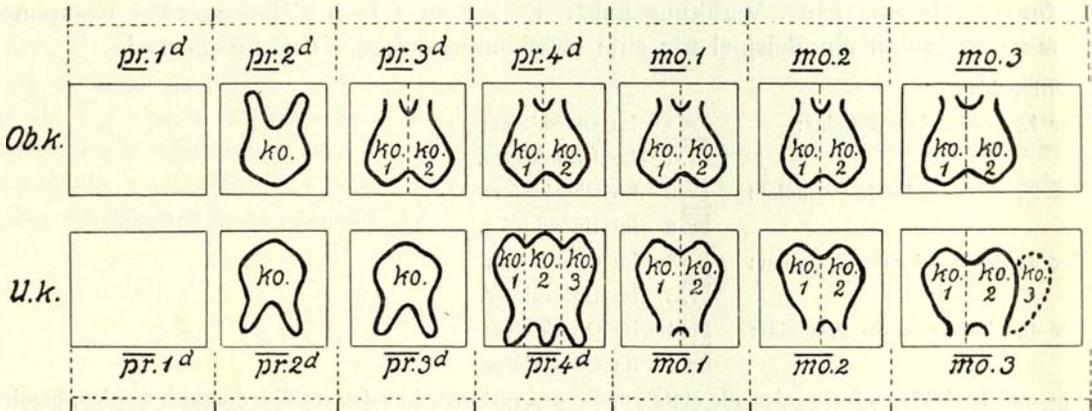
Bei unseren Zahnkonkreszenzen handelt es sich auf alle Fälle um ganz anders zustande kommende Bildungen, als die von RODE, K. (1931) beschriebenen Gebissanomalien bei einem fossilen Bären darstellen würden, von denen er sagt: «Es ist meines Erachtens nur eine Frage des Zeitpunktes der Verschmelzung zweier Zahnkeime, ob ein deutlich zweiteiliger Zahn resultiert oder ein Gebilde, das die Formtendenzen beider Keime in sich trägt...» «Soweit ich übersehen kann, liegt hier die einzig haltbare Erklärung für die von mir beschriebene Gebissanomalie. Die Keime des M2 und M3 sind frühzeitig zu einer Zahnanlage verschmolzen. Diese entwickelte sich dann zu dem vorliegenden „M2“ der Beschreibung.»

Zweifellos liegt unserem komplex gebauten Zahn keine Zahnanomalie zugrunde im Sinne der in der Pathologie üblichen Definition für «Doppelzähne durch Verschmelzung und Verwachsung» (vide NIEBERLE, K., und

Schema a



Schema b



Schemen zur Veranschaulichung der im Prämolaren- und Molargebiss auftretenden Verschmelzungsvorgänge an kalkifizierenden Gewebeerden bzw. Zahnkomponenten späterer Zahnanlagen beim Rind.

Schema a. Die Verhältnisse im Milchzahngewebisse. Röntgenologisch darstellbare Einzelhartkerne in den Weichanlagen der prämolaren und molaren Zahnbildungen am Ober- und Unterkiefer des Rindes während der Zahnentwicklung. Bestand vor der Verschmelzung der Einzelanlagen.

Schema b. Die Verhältnisse im Milchzahngewebisse. Zahnbestand nach der Verschmelzung der in Schema a wiedergegebenen verkalkten Einzel- oder Teilanlagen. Darstellung der fertig ausgebildeten Milchzähne unter Berücksichtigung der einzelnen sie zusammensetzenden Hartkerne bzw. Bildungsherde («Zahnkomponenten»).

Schema a zeigt die als Einzelanlagen oder als Teilanlagen späterer einheitlicher Bildungsherde auftretenden Hartgebilde, wie sie auf frühen Stadien der Rinderentwicklung an einzelnen mehr oder weniger verkalkten Kiefern röntgenologisch in Seitenaufnahmen von Kiefern und Kieferstücken auffindbar sind.

Zunächst seien die Verhältnisse am Oberkiefer besprochen. Die im Feld  $\underline{pr.2^d}$  mit Komponente ko. bezeichnete Anlage entwickelt sich zum zweiten Milchbackenzahn,  $\underline{pr.2^d}$ , aus (Schema b). Komponente «ko.» repräsentiert also den Wert eines ganzen Zahnes.

Die im Feld  $\underline{pr.3^d}$  mit Komponente 1 (ko.1) und Komponente 2 (ko.2) bezeichneten Verkalkungen schliessen sich später zum dritten Prämolaren der Milchdentition,  $\underline{pr.3^d}$ , zusammen

COHRS, P. [1931]: «Bei der Verschmelzung vereinigen sich benachbarte Zahnkeime und Papillen; Schmelz und Dentin beider Zähne verschmelzen.» «Die Verwachsung beruht auf einer Vereinigung der Zahnsäckchen, und beide Zähne werden nur durch Zement miteinander verbunden.» «Man kennt äquale und inäquale Doppelbildungen»).

(Schema b), der sich also als ein aus zwei Hartteilen bestehender Zahn erweist.

Ebenso sind die im Feld pr.4<sup>d</sup> mit Komponente 1 und 2 angegebenen Hartherde einem späteren Zahn, dem vierten Prämolaren der laktealen Dentition, pr.4<sup>d</sup>, angehörig, der deshalb in bezug auf isolierte frühere Hartanlagen doppelwertig ist (Schema b).

Die beiden Komponenten ko. 1 und ko. 2 im Gebiet des ersten Molaren mo.1 bauen den ersten Molarzahn mo.1 im Schema b auf. Auch dieser setzt sich später aus zwei Kalkkernen zusammen.

Die beiden Komponenten ko. 1 und ko. 2 im Gebiet des zweiten Molaren mo.2 bilden den zweiten Molarzahn mo.2, und die Komponente ko. 1 und ko. 2 im hintersten Molargebiet (mo.3) den hintersten Molaren mo.3 (Schema b).

Im Unterkiefer zeigen sich ähnliche, wenn auch nicht sich völlig deckende Verhältnisse. Die Komponente des Milchzahngebisses im Gebiet pr.2<sup>d</sup> (Schema a) lässt aus sich heraus den zweiten Prämolaren, pr.2<sup>d</sup>, (Schema b) entstehen.

Die Komponente im Gebiet pr.3<sup>d</sup> den dritten Prämolaren pr.3<sup>d</sup> (Schema b).

Die Komponenten ko. 1, ko. 2 und ko. 3 im Feld pr.4<sup>d</sup> den vierten vorderen Milchbackenzahn pr.4<sup>d</sup>.

Die beiden Komponenten ko. 1 und ko. 2 in den Feldern der Anlagen des ersten und zweiten Molaren (mo.1 und mo.2) geben Anlass zur Bildung des ersten und zweiten Molaren mo.1 und mo.2, die beide aus je zwei Hartherden aufgebaut sind (Schema b). Die drei Hartherde im Gebiet des hintersten Molaren (mo.3) setzen den hintersten Backenzahn, mo.3, zusammen.

## b) Die Verhältnisse am Dauergebiss

Hierzu die Schemen c und d, pg. 22

Das Definitivgebiss besteht im Ober- und Unterkiefer aus drei Prämolaren und drei Molaren. Erstere werden neu angelegt und treten an Stelle der ausfallenden Milchprämolaren. Letztere, die Molaren, werden vom Milchgebiss in das Dauer- oder Definitivgebiss übernommen. Sie unterliegen nicht dem Wechsel, wiewohl sie der gleichen Dentition angehören, wie die zum Ausfall gelangenden laktealen Prämolaren.

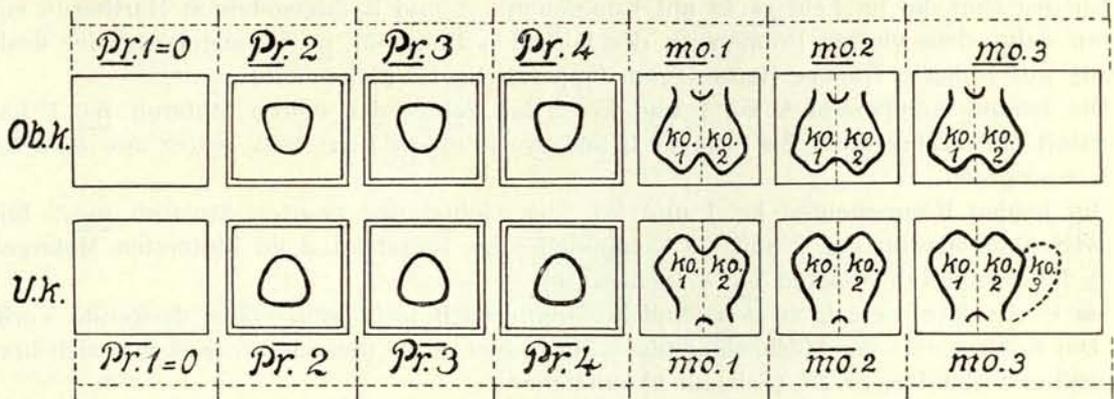
Schema d gibt über die Zusammensetzung des definitiven Gebisses und über die Baustruktur der einzelnen Zähne Auskunft.

Was die Molarzähne anbelangt, so bleiben natürlich, wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, die Verhältnisse dieselben, wie sie in den Schemen für das Milchgebiss gegeben worden sind. Die Komplexität dieser Zähne ist, mit Rücksicht auf die im Verkalkungsgeschehen selbständig auftretenden, später sich aber vereinigenden Komponenten, durch die beiden Schemen a und b dargelegt worden. Der bereits festgestellte Befund der Komplexität der Zähne wird natürlich durch die Tatsache, dass die Molaren nicht zum Ausfall gelangen, sondern im definitiven Gebiss erhalten bleiben, nicht berührt. So haben wir im Schema d nur ihre veränderten Grössenverhältnisse — die Zähne haben sich inzwischen zu ansehnlichen Hartgebilden entwickelt — gebührend berücksichtigt. In bezug auf den mit der Entwicklung im Zusammenhange stehenden Aufbau sei auf das bereits über die Molaren Gesagte verwiesen.

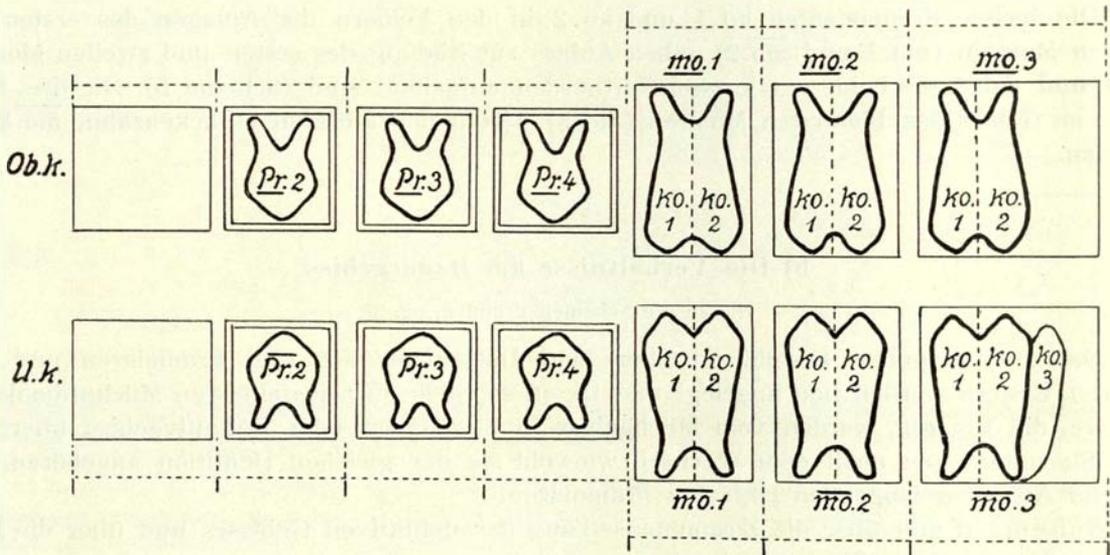
Die Prämolaren jedoch verhalten sich zum Teil in bezug auf die Baustruktur anders als die Molaren. Sie sind sämtlich einfach gebaute, nicht komplexe Zähne, stehen also in baulicher Beziehung deswegen auch zu einem Teil der Prämolaren der Milchdentition im Widerspruch.

Das erste Feld für den Prämolaren 1, Pr. 1, im Ober- und Unterkiefer, bleibt wiederum unbesetzt.

## Schema c



## Schema d



Schemen zur Veranschaulichung des Verhaltens der im Prämolaren- und Molargebiss auftretenden Kalzifikationen nach Ausfall der prämolaren Milchzähne und nach ihrem Ersatz durch Definitivprämolare beim Rind.

Schema c. Die Verhältnisse im Definitivgebiss. Die röntgenologisch darstellbaren Einzelhartkerne in den Weichanlagen der prämolaren Zahnbildungen am Ober- und Unterkiefer.

Schema d. Die Verhältnisse im Definitivgebiss. Zahnbestand nach vollendeter Kalzifikation der prämolaren Ersatzzahnanlagen und der dem Milchgebiss angehörenden, dem Wechsel nicht unterworfenen Molaren.

Die drei darauffolgenden Felder umfassen im Ober- und Unterkiefer als einfach gebaute, nicht zusammengesetzte Zähne die Prämolaren 2 ( $\underline{Pr.2}$  bzw.  $\overline{Pr.2}$ ), 3 ( $\underline{Pr.3}$  bzw.  $\overline{Pr.3}$ ) und 4 ( $\underline{Pr.4}$  bzw.  $\overline{Pr.4}$ ).

Schema c zeigt nun die den definitiven Prämolaren in der Genese zufallenden einzelnen Kalkherde.

Aus einem Vergleich des Schemas c mit dem Schema d geht hervor, dass sämtliche definitive Prämolaren nur je in einem Kalkherd zur Anlage gelangen, so dass sich ihre Hartkerne direkt zu den fertigen vorderen Backzähnen umbauen können.

Der in der unaufgeteilten Weichanlage Pr. 2 im Oberkiefer auftretende Hartkern in Schema c entwickelt sich zum zweiten vordern Backzahn Pr. 2 in Schema d; der im Feld Pr. 3 erscheinende Kern zum 3. Prämolaren Pr. 3 und der im Anlagebezirk Pr. 4 sich bildende Kalkherd zum letzten vordern Backzahn Pr. 4 im Oberkiefer (Schema d).

Ganz Entsprechendes lässt sich auch für den Unterkiefer (vergl. Schema c mit Schema d) feststellen.

## 2. Die röntgenologischen Aufnahmen von Stadien der prämolaren und molaren Gebissentwicklung am Ober- und Unterkiefer des Rindes

### Das Auftreten von Hartanlagen und deren Beziehungen zur späteren Zahnbildung

Genauen Aufschluss über das Auftreten von Hartanlagen im Prämolaren- und Molargebiss und deren Beziehungen zu den späteren Zähnen bietet eine lückenlose Serie von aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien junger Rinderföten, Schädeln ausgetragener Jungtiere verschiedenen Alters und von Kiefern ein-, zwei- und mehrjähriger Tiere.

Schädel von Rinderembryonen und Rinderföten haben zu vielen Hunderten auf jeder Stufe der Entwicklung, in beliebigen Kopfsteisslängen, und in jedem Alter unserer Untersuchung zur Verfügung gestanden. Auch Schädel früh ausgetragener Rinder und von ein bis drei Monate alten Kälbern sind uns, dank dem gütigen Entgegenkommen der Leitung einiger Grossschlächtereien unter Vermittlung der hilfsbereiten Güte des Herrn Dr. K. SCHELLENBERG in grosser Zahl und von allen gewünschten Altern als Untersuchungsmaterial eingeliefert worden. Ebenso liessen sich Kieferstücke und Schädel von Jährlingen und mehrjährigen Tieren in grösserer Zahl erwerben.

Die röntgenologische Untersuchungsmethode, deren wir uns bedienen, vermochte den Modus des Auftretens der kalzifizierenden Anlagen im weichen Grundgewebe und die Art der Gestaltung der Verhärtungsprozesse in den Zahnanlagen in ausgezeichneter Weise zu ermitteln, zumal der Stand der Kalkimprägnation der Weichanlagen im Grad der Strahlendurchlässigkeit und damit auch im Bild der photographischen Platte auf jeder Entwicklungsstufe in der Anlage präzise zum Ausdruck kommt. Auf Grund der röntgenologischen Aufnahmen kann ein genaues Bild von den Beziehungen der einzelnen verkalkenden oder verkalkten Anlagen untereinander und vielfach auch deutlich zu den Anlagen der Weichteile (Anwendung einer Spezialröntgenröhre, weicher Strahlen, optimaler Strahlendosen) gewonnen werden.

In einer grossen Anzahl von Stadien der Kieferentwicklung des Rindes, unter denen kaum eine nennenswerte Lücke sich vorfinden dürfte, haben wir in den verschiedenen Perioden der Individualentwicklung unter Anwendung der röntgenologischen Technik die Verhältnisse am prämolaren und molaren Gebiss untersucht. Wir geben im folgenden unsere Befunde an einer Anzahl ausgewählter und serienmässig aufeinanderfolgender Einzelfälle bekannt, wobei wir uns von Fall zu Fall geeigneter Textfiguren mit instruktiven Umrisszeichnungen bzw. Durchpausen, die auf Grund der Originalfilme hergestellt sind und die kalzifizierenden Partien des Gebisses in ganz präziser Weise wiedergeben, bedienen (Textfig.-Tafeln 1—13). Wir unterlassen dabei nicht, dem Leser der Abhandlung im Rahmen des heute reproduktiv Möglichen auch einige Proben der Originalröntgenaufnahmen in der bildlichen Wiedergabe zu unterbreiten (Tiefdrucktafeln I—VII).

Von nahezu 1000 Aufnahmen, deren Unterlagen zufolge des dimensionellen Ausmasses der Schädel und ihrer Hartteile oft die grössten Filmformate erheischten, haben wir nur eine ganz bescheidene Anzahl von Bildern herausgegriffen und für die Wiedergabe ausgewählt. Wir hoffen, dass durch die Beschränkung der Eindruck einer guten Fundierung des Beweismaterials zu unsern Thesen nicht beeinträchtigt werde.

Die Umrisszeichnungen, die Textfiguren-Tafeln 1—13, und die Reproduktionen der Originalfilme, Taf. I—VII, lassen die kalzifizierenden oder kalzifizierten Partien am Kiefer dunkel erscheinen und heben, je nach dem Grade der Verhärtung, die einzelnen Kalkherde von den Weichanlagen des Kiefers kontrastreich hervor. Der Grad der fortgeschrittenen Kalkimprägnation spiegelt sich in der mehr oder weniger ausgeprägten Schattierung der betreffenden Teile des Gebisses wieder (röntgenologische Negative).

Die Konturzeichnungen und die Reproduktionen der Filmabzüge zeigen die verhärteten Zahnpartien der zum Zwecke der Vermeidung von Ineinanderprojektionen gewöhnlich durchsähten und nur in einer Hälfte vorliegenden Kiefern in der Seitenansicht, und zwar anfangs in Form mehr oder weniger scharf umschriebener Kegelspitzen, die als Hartgebilde aber, wie die histologische Untersuchung einwandfrei zeigt, nicht in allen Fällen Anrecht auf den Wert selbständiger und primitiv gebauter Einzelzähne haben können, sondern vielfach nur Anlagen repräsentieren, die, wiewohl im übrigen ganz wie Einzelzähne sich benehmend, auch in ihren Hartteilen während der Entwicklung in der fortschreitenden Kalzifikation eng miteinander verschmelzen, und zwar in einer so vollständigen Weise, wie sie, gemäss der Zugehörigkeit zu ihrer gemeinsamen Mutteranlage, schon in den basalen Weichteilen untereinander verbunden sind.

Die in den seitlichen Ansichten am distalen Ende mit kegelförmigen Spitzen versehenen Hartwände, welche in Wirklichkeit, wie in überzeugender Weise Röntgenaufnahmen von Kieferstücken mit anders gewählter Zahnanlagen-Orientierung (freier Rand der Zahnleiste entweder der Platte des Aufnahmetisches zugekehrt oder nach der Öffnung der Röntgenröhre gerichtet) ergeben (vide Kunstdrucktafel, pg. 25, «Röntgenologische Aufnahmen von Kieferstücken etc.», a—e) vielfach Teile becherartiger Anlagen darstellen, wachsen später zu Hartgebilden (vielfach Zahnbechern) mit imponierenden Seitenwänden aus, die in den Seitenaufnahmen der Kieferstücke dann als breite, schaufelförmige Flächen imponieren und in einzelnen Fällen, je nach dem Zahn, an dessen Aufbau sie beteiligt sind, seitlich miteinander verschmelzen oder aber ihre Selbständigkeit behalten.<sup>1</sup>

Diesen Prozess der sukzessiven Vereinigung einzelner Hartanlagen zur Bildung komplex gebauter Zähne illustrieren neben der eben erwähnten Kunstdrucktafel die nunmehr zur Beschreibung gelangenden Abbildungen auf unseren Tafeln.

Um von Fall zu Fall in übersichtlicher Weise über den jeweilig vorliegenden Zahnanlagebestand, wie ihn die Röntgenbilder der untersuchten Kiefer aufweisen, Rechenschaft ablegen zu können, bedienen wir uns neben den in den Textfigurentafeln enthaltenen, bereits erwähnten Umrisszeichnungen noch einfacher Schemata (bildliche Bestandregistraturen), in denen die Zähne

<sup>1</sup> Wenn auf den röntgenologischen Aufnahmen von Gebissen oder Gebisssteilen an Schädeln intrauteriner Entwicklungsstadien beim Rind bei einer Lagerung der zukünftigen Kauflächenanlagen der Zähne auf der Platten- oder Filmunterlage eine Doppelreihe von Hartherden auftreten, die einen parallelen Verlauf zueinander zeigen, so handelt es sich aber nicht, wie die histogenetische Untersuchung einwandfrei ergab, etwa um Begriffe vom BOLK'schen Exostichos und Endostichos (BOLK, L., 1913/31), sondern um nebeneinander geschaltete Anlagen, die in einer ganz anderen wechselseitigen Beziehung zueinander stehen, indem die einander gegenüberliegenden, die Verhärtung zeigenden Differenzierungen dem gleichen Zahnkeim angehören, aus dem sie genetisch hervorgegangen sind, und zu welchem sie Anteile im Sinne von Becherwandteilen oder Becherwänden bilden.

BOLK spricht sich dafür aus, dass die äussere Anlage des Säugetierzahnes die Folge einer Konzentration zweier Reihen (Zahngenerationen) des polyhyodonten Reptiliengebisses zu einer einzigen Reihe des Säugetiergebisses ist. In dieser Auslegung findet BOLK eine Erklärung der komplizierten Elemente des Säugetiergebisses und der Erscheinung der Diphyodontie. BOLK's odontologische Theorien sind, wie man weiss, nicht ohne Widerspruch geblieben.

BOLK, L., glaubt in der von ihm als «Schmelzseptum» bezeichneten zentralen Partie des Schmelzorgans des sich entwickelnden Zahnes den Beweis der doppelten Anlage eines jeden Zahnes gefunden zu haben.

# Röntgenologische Aufnahmen von Kieferstücken einiger Rinderföten zur Veranschaulichung des frühzeitigen Auftretens zweier verkalkter Wände (Becherwände) in einzelnen Zahnanlagen des prämolaren und molaren Milchgebisses

**Fig. a)** *Rinderfötus Nr. 6, ♂, Kopfsteisslänge 33,0 cm.*

Linke Hälfte der Schädelbasis. Freier Rand der Zahnleiste des Oberkiefers der Aufnahmeffläche zugekehrt.  
Film Nr. 76. Fo. dist. 80. Hä. W/3. Expos. 65 Sek. m. A. 10. Hsp. 65. R.D.

**Fig. b)** *Rinderfötus Nr. 2, ♀, Kopfsteisslänge 32,0 cm.*

Rechte Hälfte des Unterkiefers. Freier Zahnleistenrand der Aufnahmeffläche zugekehrt.  
Film Nr. 102. Fo. dist. 80. Hä. W/3. Expos. 70 Sek. m. A. 10. Hsp. 65. R.D.

**Fig. c)** *Rinderfötus Nr. 130, ♂, Kopfsteisslänge 36,5 cm.*

Linker Unterkiefer mit Zahnfläche der Aufnahme nach unten gekehrt.  
Film Nr. 342. Fo. dist. 80. Hä. W/3. Expos. 110 Sek. m. A. 10. Hsp. 65. R.D.

**Fig. d)** *Rinderfötus Nr. 112, ♀, Kopfsteisslänge 71,5 cm.*

Linker Unterkiefer. Freier Zahnrand an der Kieferleiste der Aufnahmeffläche zugekehrt.  
Film Nr. 290. Fo. dist. 80. Hä. H/1. Expos. 100 Sek. m. A. 10. Hsp. 65. R.D.

**Fig. e)** *Rinderfötus Nr. 37, ♀, Kopfsteisslänge 81,0 cm.*

Fötus kurz vor dem Austragen.  
Unterkiefer (linke und rechte Hälfte) in toto. Freie Ränder der Zahnleisten bei der Aufnahme nach unten gekehrt.  
Film Nr. 161. Fo. dist. 80. Hä. H/1. Expos. 100 Sek. m. A. 10. Hsp. 65. R.D.

### Erklärungen der Abkürzungen:

	vo. = vorn	hi. = hinten	
lab. be. wd.	= labiale bzw. bukkale Becherwand		
ling. be. wd.	= linguale Becherwand		
Fo. dist.	= Fokaldistanz	Hsp.	= Heizspannung
Hä.	= Härte	H	= Hart
Expos.	= Expositionszeit	W	= Weich
m. A.	= Milliampère	R.D.	= Röhre (Doppel-Fokusröhre, Typ. W.Do., Siemens-Reiniger-Veifa)

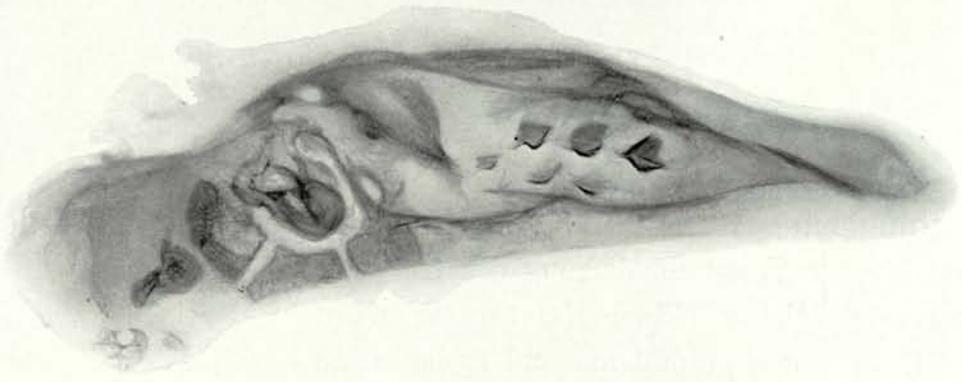


Fig. a

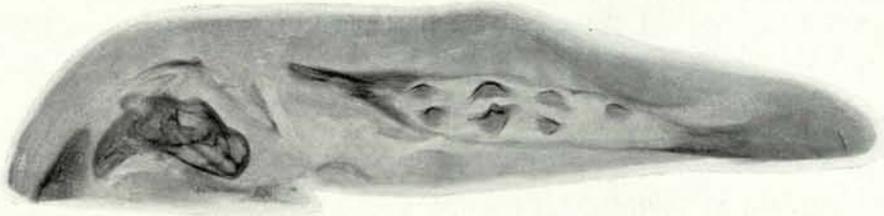


Fig. b

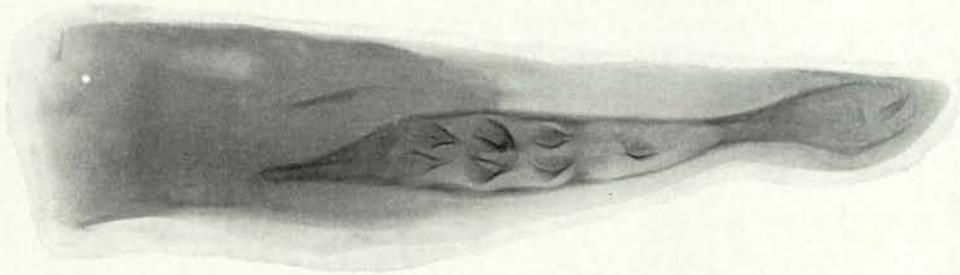


Fig. c

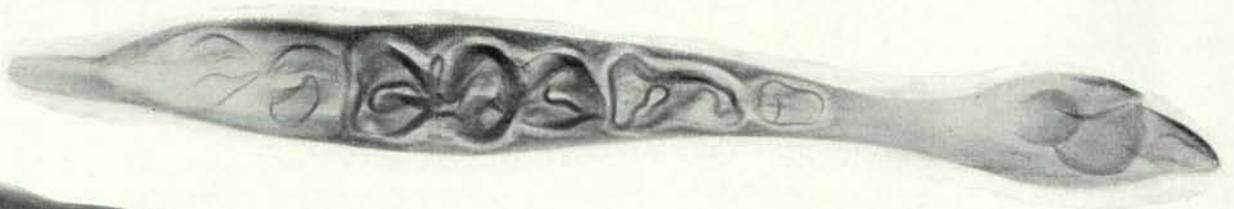


Fig. d

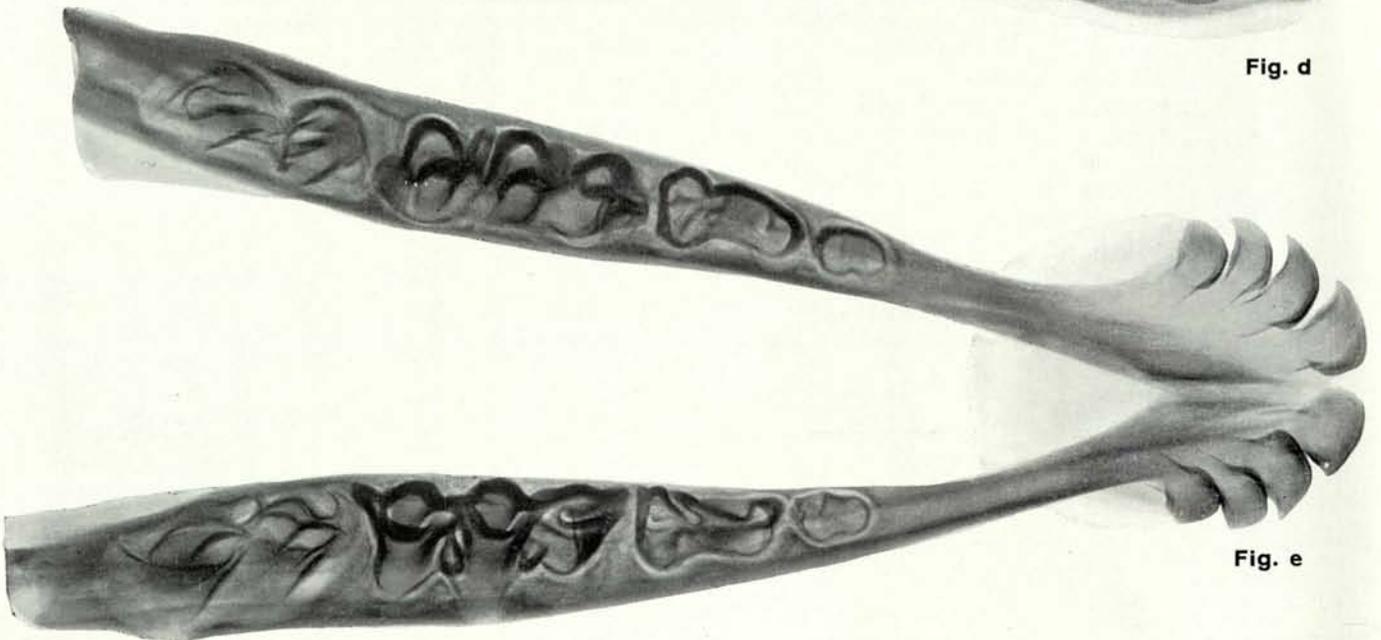
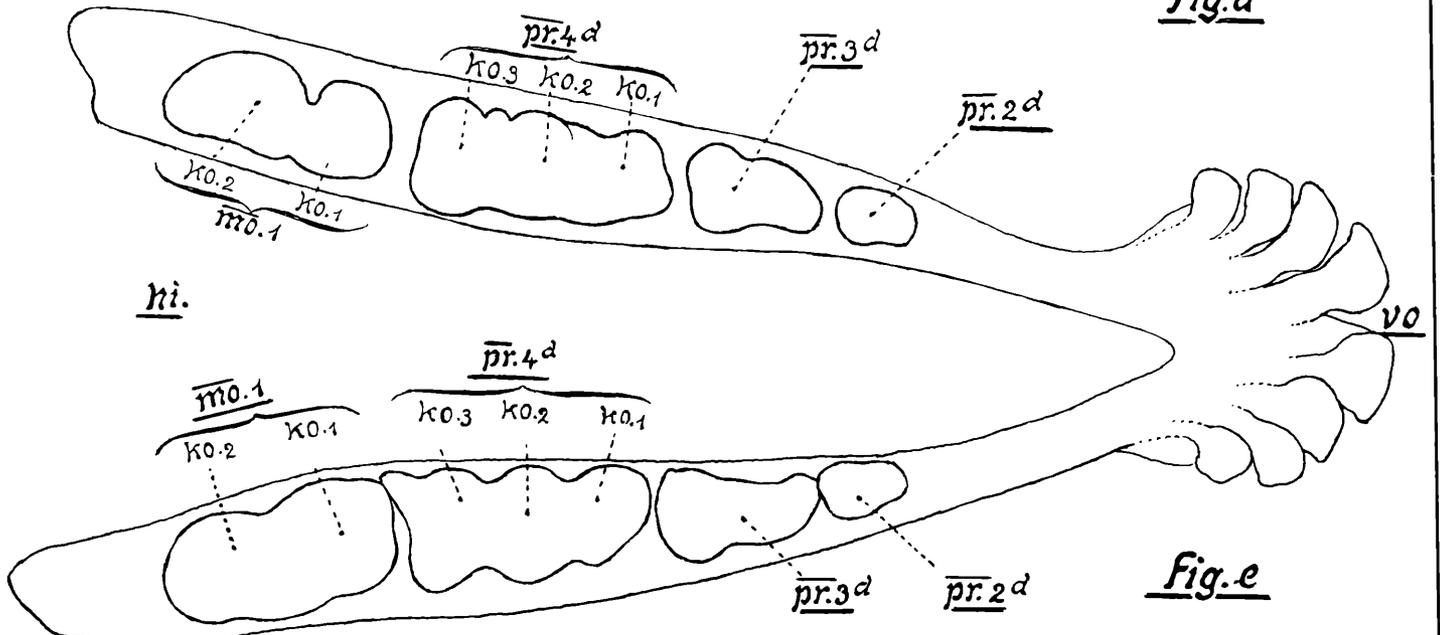
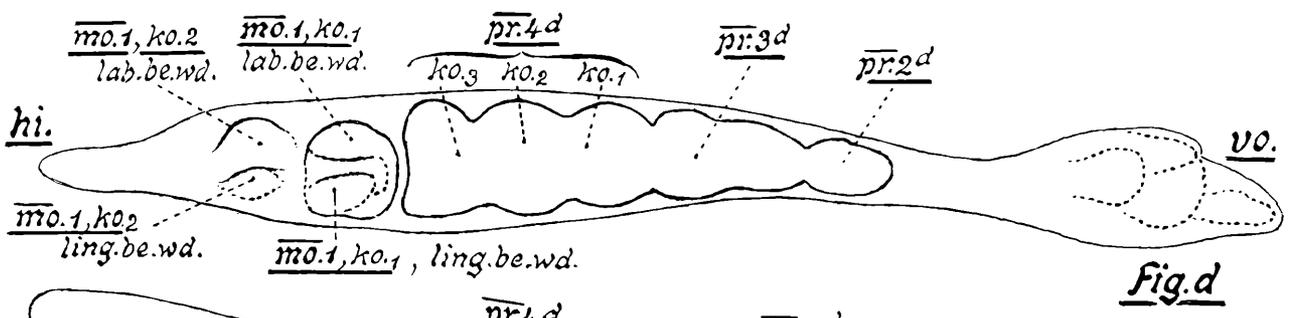
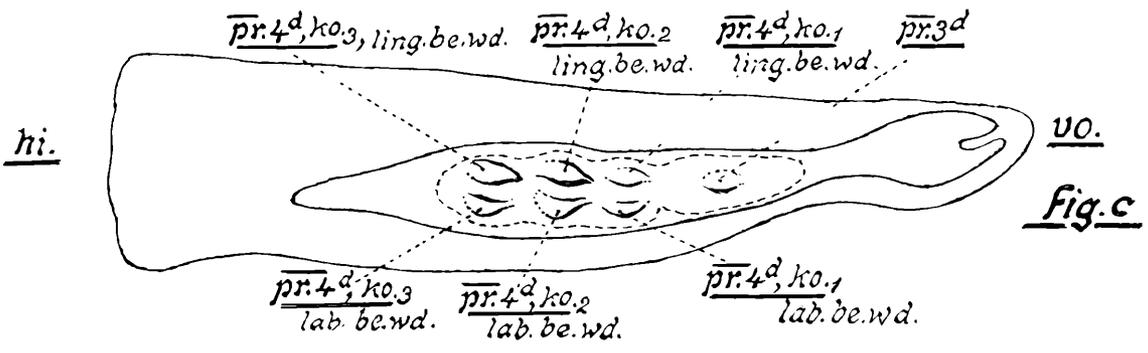
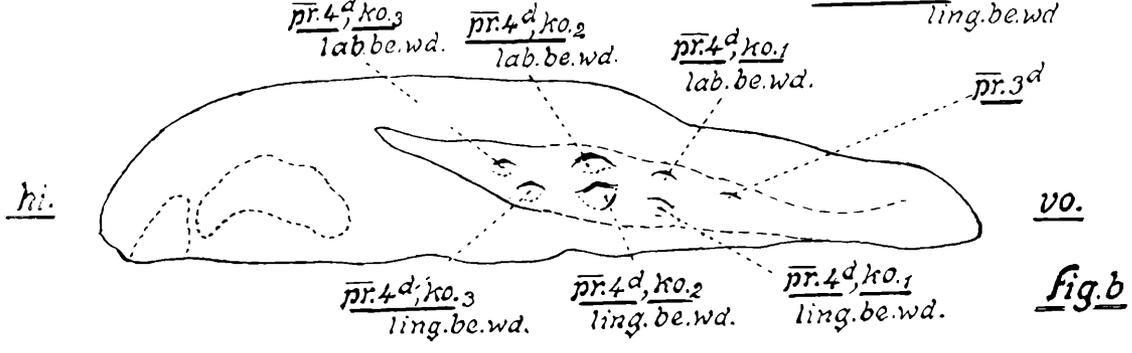
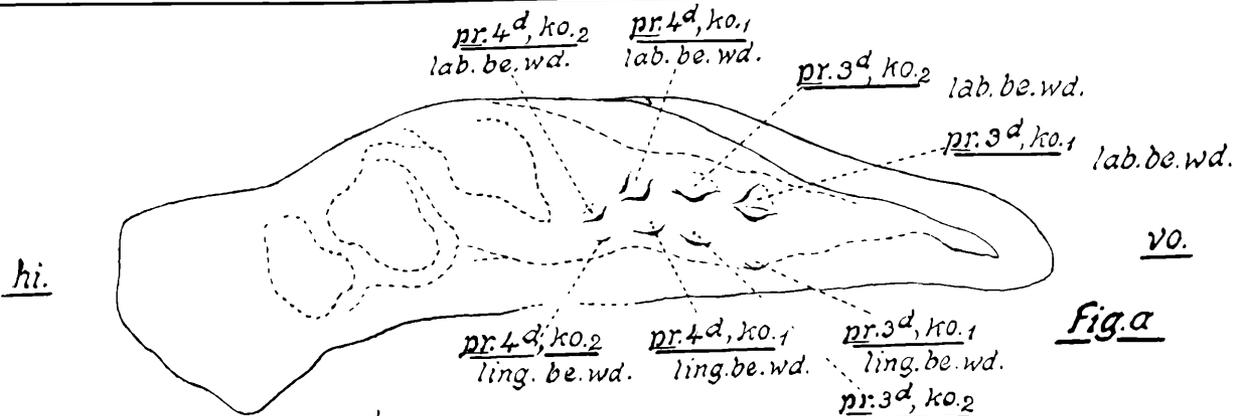


Fig. e



gemäss ihres Auftretens in Reihen von Einzelfeldern, entsprechend ihrer Anordnung im Ober- und Unterkiefer, unter Berücksichtigung der sie zusammensetzenden Hartkerne in einfachster Darstellung wiedergegeben werden.

Die die einzelnen Zahnanlagen benennenden Abkürzungen decken sich mit den im untenstehenden allgemeinen Orientierungsschema angeführten Bezeichnungen (vide Grundschemata). Die beiden langen horizontalen Felderreihen umfassen die Zähne der Milchdentition, die darüber und darunter stehenden Reihen die Zähne des definitiven Gebisses.

Die im Gebiss des Rindes überhaupt nicht zur Entwicklung gelangenden Zähne sind im Milch- und Definitivgebiss in punktiert umgrenzte Felder eingetragen.

Den in die textliche Beschreibung einbezogenen einfachen Schemen kann sofort entnommen werden, welche Anlagen im Gebiss bereits teilweise oder ganz in den verkalkten Zustand übergetreten sind, zumal auch der allgemeine Strukturaufbau im Sinne der Zusammensetzung des Zahnes mitberücksichtigt worden ist und angedeutet wird, welche Verkalkungen erstmalig, als neue Elemente, erscheinen, und welche innerhalb der Anlage des Gebisses noch in unverkalktem Zustand sich befinden: diejenigen Zahnanlagen bzw. Komponenten von Anlagen, die in einem bestimmten Fall der Kalzifikation noch nicht anheimgefallen, sondern noch als Weichanlagen vorhanden sind, geben im Schema auf den einzelnen zu beschreibenden Stufen der Kalzifikation ihre Lage mit einem blossen leeren Felde an, diejenigen, die bereits in die Verkalkung übergegangen, entweder mit einer punktierten oder schraffierten Flächenzeichnung, je nachdem sie die Verkalkung in ihrer Entwicklung erstmalig oder zum zweiten oder vierten Male zeigen.

Grundschemata für die den einzelnen Kausistiken (Beschreibungen von röntgenologischen Filmaufnahmen) und Plattendurchpausen zum Zwecke der Orientierung in bezug auf den Fortschritt der Verkalkung beigegebenen Bestandsregistaturen unter Berücksichtigung der in diesen eingetragenen und verwendeten Abkürzungen.

Pr.1	Pr.2 Def.- Zahn	Pr.3 Def.- Zahn	Pr.4 Def.- Zahn			
pr.1	pr.2 <sup>d</sup> Milch- zahn	pr.3 <sup>d</sup> Milch- zahn	pr.4 <sup>d</sup> Milch- zahn	mo.1 (M.Dent.) P.Zahn	mo.2 (M.Dent.) P.Zahn	mo.3 (M.Dent.) P.Zahn
Milch- zahn	Milch- zahn	Milch- zahn	Milch- zahn	P.Zahn (M.Dent.)	P.Zahn (M.Dent.)	P.Zahn (M.Dent.)
pr.1	pr.2 <sup>d</sup>	pr.3 <sup>d</sup>	pr.4 <sup>d</sup>	mo.1	mo.2	mo.3
Pr.1	Def.- Zahn Pr.2	Def.- Zahn Pr.3	Def.- Zahn Pr.4			

- pr. 2<sup>d</sup> = Prämolare 2 des Oberkiefers
- pr. 3<sup>d</sup> = Prämolare 3 des Oberkiefers
- pr. 4<sup>d</sup> = Prämolare 4 des Oberkiefers
- mo. 1 = Molare 1 des Oberkiefers
- mo. 2 = Molare 2 des Oberkiefers
- mo. 3 = Molare 3 des Oberkiefers

Zähne der  
Milchdentition

- Pr. 2 = Prämolare 2 des Oberkiefers
  - Pr. 3 = Prämolare 3 des Oberkiefers
  - Pr. 4 = Prämolare 4 des Oberkiefers
- ferner: die Molaren 1, 2 und 3

Zähne der  
Dauerdentition<sup>1</sup>  
(permanente  
Zähne)

In Anlehnung an die Darlegungen der Ossifikationsvorgänge im Extremitätenskelett unserer Haustiere fassen wir am besten unter Bekanntgabe des einschlägigen Materials die in der odontologischen Differenzierung des Milchgebisses übereinstimmenden Fälle in einer Anzahl von «Etappen» zusammen und führen diese in geschlossener Folge auf, um hernach das nämliche an den Fällen der Differenzierung im Definitivgebiss zu tun.

<sup>1</sup> Dieselben Bezeichnungen, jedoch mit Strich über den Buchstaben, beziehen sich auf die entsprechenden Zähne des Unterkiefers.

## Die Etappen der Differenzierung im Milch- und Definitivgebiss

### a) Die am intrauterinen Kiefermaterial auftretenden Hartanlagen (die Hartanlagen des Milchgebisses: Etappen 1–14)

#### *Etappe 1*

Hierher der Fall:

**Rinderfötus Rif. Nr. 9**

Geschlecht: weiblich.  
Kopfsteisslänge: 17 cm.  
Schätzungsweise Alter: ca. 4 Wochen.  
Abbildung: Textfigurentafel 1, Fig. 1.

pr.1 <sup>d</sup>	pr.2 <sup>d</sup>	pr.3 <sup>d</sup>	pr.4 <sup>d</sup>	mo.1	mo.2	mo.3
pr.1 <sup>d</sup>	pr.2 <sup>d</sup>	pr.3 <sup>d</sup>	pr.4 <sup>d</sup>	mo.1	mo.2	mo.3

Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 9.

Die Röntgenaufnahme zeigt auf diesem Stadium weder am Ober- noch am Unterkiefer einen Verkalkungsherd im Bereich des prämolaren und molaren Gebisses. Deutlich sind im Unterkiefer im Knochengewebe nur einige seichte Einbuchtungen wahrzunehmen. Sie sind als Alveolaranlagen der späteren Zahnbildungen zu deuten.

Das einfache Schema, das wir neben der auf Textfigurentafel 1 befindlichen Fig. 1 zur Orientierung über den vorhandenen kalzifizierten Zahnsatz im Milchgebiss folgen lassen, zeigt in allen Feldern das Fehlen von Hartanlagen an, unter Offenhaltung der histo-embryologischen Verhältnisse und der Frage, ob die Einzelzähne nicht schon in den Weichsubstanzen zu diesem Zeitpunkt vorhanden sind.

#### *Etappe 2*

Hierher der Fall:

**Rinderfötus Rif. Nr. 103**

Geschlecht: weiblich.  
Kopfsteisslänge: 21 cm.  
Alter: zwischen 14 und 17 Wochen.  
Abbildung: Textfigurentafel 1, Fig. 2.

		pr.3 <sup>d</sup> mo.1				

Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 103.

Auf einer Röntgenaufnahme vom Ober- und Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 103 erscheint zum erstenmal in einer kleinen verkalkten «Zahnspitze» ein als Gebisstheil sich erweisender Hartkern.

Diese «Zahnspitze»<sup>1</sup> erscheint in der Mitte des freien Oberkieferrandes, zwischen dem vorderen und hinteren Kieferende. Die weitere Untersuchung ergibt, dass dieser Hartteil weder einem einfachen Spitzzahn, noch einer ganzen Zahnanlage entspricht, sondern, dass es sich

Zweifelloos ist auch der Kalziumabbau bei den der Degeneration unterworfenen Zähnen ein streng geregelter. GERLACH (1930) hat in seiner Arbeit über «die Kalziumverteilung im Zahnbein und ihre Verschiebung mit zunehmendem Alter» nachgewiesen, dass in der Zahnkrone stets mehr Kalzium vorhanden ist als an der Wurzel, und dass die pulpanahen Dentinpartien stets den geringsten Kalziumgehalt aufweisen. Die röntgenologischen Befunde decken sich durchaus mit GERLACH's Beobachtungen, die der Autor also zusammenfasst: «Da in der Entwicklung eine schrittweise Ablagerung des Zahnbeins erfolgt, die an der Krone beginnend, an der Wurzelspitze endigt, so folgt aus unseren Untersuchungen, dass die ältesten Dentinschichten kalziumreicher sind als die jüngsten. Mechanisch betrachtet, erscheint der höhere Kalziumgehalt der Krone nutzmässig, insofern die Krone die stärkste Beanspruchung auszuhalten hat.»

vielmehr um die Verkalkung einer Zahnkomponente handelt, die in sich den Wert eines Teiles von einem Zahnbecher trägt und später mit einer zweiten Komponente der nämlichen Zahnanlage, die ebenfalls in Form eines Zahnbechers auftritt, zu einem doppelbecherigen Zahn sich zusammenlegt, der als Prämolare  $\underline{\text{pr.}}\ 3^{\text{d}}$  des Oberkiefers anzusprechen ist. Auf Grund der eruierten, später darzulegenden Verhältnisse handelt es sich um die erste Zahnkomponente des Prämolaren  $\underline{\text{pr.}}\ 3^{\text{d}}$ .

Der Stand der Zahnentwicklung wird durch obenstehendes Schema illustriert.

### *Etappe 3*

Hierher der Fall:

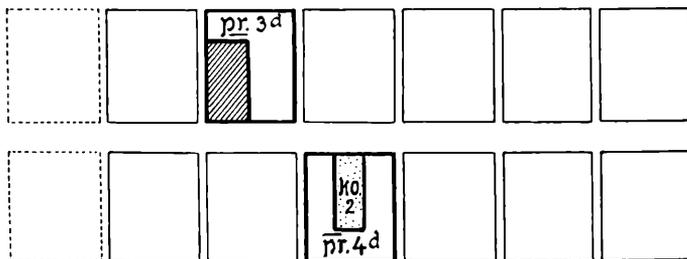
#### **Rinderfötus Rif. Nr. 140**

Geschlecht: männlich.

Kopfsteisslänge: 22,5 cm.

Alter: zwischen 14 und 17 Wochen.

Abbildung: Textfigurentafel 1, Fig. 3.



Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 140

Als bereits im Vorigen festgestellte Anlage ist vorhanden: Im Oberkiefer die erste Komponente (ko. 1) des Prämolars  $\underline{\text{pr.}}\ 3^{\text{d}}$ , die, gegenüber dem Verhalten im vorigen Fall, in etwas kräftigerer Entwicklung vorliegt.

Die in ihrem Auftreten am Oberkiefer bestätigte Anlage findet im Unterkiefer ein Gegenstück in Gestalt einer «Zahnspitze», die in bezug auf ihre lokale Stellung in der Gebissanlage weiter okzipital gelegen ist und die die verkalkende zweite bzw. mittlere Komponente einer das Substrat des Prämolars  $\underline{\text{pr.}}\ 4^{\text{d}}$  bildenden Weichanlage darstellt. Abermals handelt es sich um die Verkalkung eines noch jungen Zahnbechers, dessen labiale (bukcale) verkalkende Becherwand deutlich zu sehen ist, dessen linguale Becherwand aber von letzterer, da niedriger, überdeckt wird und an die sich in der Folge noch weitere Zahnbecher anschliessen werden: nämlich ein vorderer und hinterer Becher (Zahnkomponenten ko. 1 und ko. 3 von  $\underline{\text{pr.}}\ 4^{\text{d}}$ ).

### *Etappe 4*

Hierher der Fall:

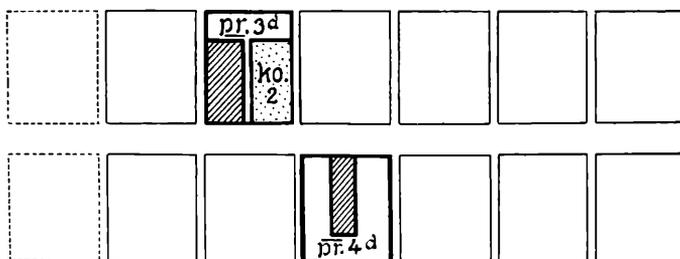
#### **Rinderfötus Rif. Nr. 71**

Geschlecht: männlich.

Kopfsteisslänge: 24,0 cm.

Alter: zwischen 14 und 17 Wochen.

Abbildung: Textfigurentafel 1, Fig. 4.



Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 71.

Als bereits im Vorigen festgestellte Anlagen sind verkalkt vorhanden:

Im Oberkiefer Prämolare  $\underline{\text{pr.}}\ 3^{\text{d}}$ , ko. 1 (Becher 1).

Im Unterkiefer Prämolare  $\underline{\text{pr.}}\ 4^{\text{d}}$ , ko. 2 (Becher 2).

Das vorliegende Stadium zeigt insofern einen Fortschritt in der Verhärtung der Zahnanlagen gegenüber dem vorigen Fall, als in Form einer weiteren kleinen Zahnspitze eine neue, nämlich die zweite verkalkte Becheranlage, erscheint, wodurch, wie wir sehen werden, die ganze Zahnanlage des Prämolars  $\underline{\text{pr.}}\ 3^{\text{d}}$  im Verkalkungsprozess und in ihrer Zusammensetzung ihre Komplettierung erhält. Am Oberkiefer werden zufolge des Auftretens von zwei weiteren Zahn-

becherwänden, einer verkalkten labialen (bukkalen) und einer verkalkten lingualen Becherwandanlage, am  $\underline{\text{pr. 3}}^d$  die Anlagen von zwei «Querkämmen» evident (Zahnspitzen), zwischen denen bei geschlossener Kieferstellung das erste «Quertal» der mittleren Komponente des Prämolars  $\underline{\text{pr. 4}}^d$  am Unterkiefer sich einzuschieben beginnt.

### Etappe 5

Hierher der Fall:

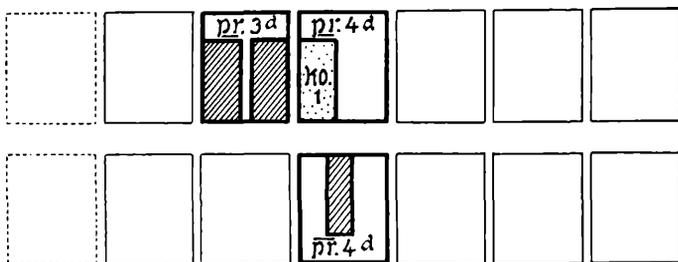
#### Rinderfötus Rif. Nr. 102

Geschlecht: weiblich.

Kopfsteisslänge: 23,0 cm.

Alter: zwischen 14 und 17 Wochen.

Abbildung: Textfigurentafel 1, Fig. 5,  
ferner Taf. I, Fig. 1.



Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 102.

Als bereits im Vorigen festgestellte Anlagen sind vorhanden:

Im Oberkiefer der Prämolars  $\underline{\text{pr. 3}}^d$ , ko. 1 und ko. 2.

Im Unterkiefer der Prämolars  $\underline{\text{pr. 4}}^d$ , ko. 2.

Den Fortschritt im Kalzifikationsgeschehen verzeichnet diesmal der Oberkiefer, an dessen Zahnrand neben den bereits erwähnten Kalzifizierungen im Röntgenbild ein kleiner weiterer Zahnbecher sichtbar wird, der sich okzipitalwärts dem zweiten Zahnbecher des Prämolars  $\underline{\text{pr. 3}}^d$  anschliesst, der aber, wie wir sehen werden, einer neuen weiteren Zahnanlage, nämlich der Anlage des Prämolars  $\underline{\text{pr. 4}}^d$  angehört. Durch das Auftreten eines weiteren Querkammes wird am Oberkiefer die Anlage eines zweiten Quertales geschaffen, das sich zwischen der zweiten Komponente (dem zweiten Becher) des Prämolars  $\underline{\text{pr. 3}}^d$  und der ersten Komponente des Prämolars  $\underline{\text{pr. 4}}^d$  (auch Prämolars  $\underline{\text{pr. 4}}^d$  erweist sich, wie wir sehen werden, als zweikomponentig bzw. zweibecherig) öffnet. In dieses zweite Quertal passt die verkalkte kleine Zahnspitze des Prämolars  $\underline{\text{pr. 4}}^d$  am Unterkiefer hinein.

### Etappe 6

Hierher der Fall:

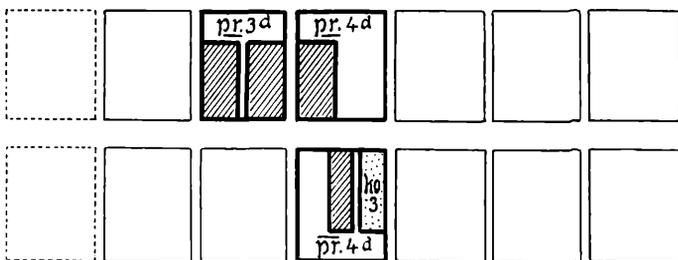
#### Rinderfötus Rif. Nr. 124

Geschlecht: männlich.

Kopfsteisslänge: 24,5 cm.

Alter: zwischen 14 und 17 Wochen.

Abbildung: Textfigurentafel 1, Fig. 6.



Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 124.

Als bereits im Vorigen festgestellte Anlagen sind zu verzeichnen:

Im Oberkiefer Prämolars  $\underline{\text{pr. 3}}^d$ , ko. 1 und ko. 2; ferner  
Prämolars  $\underline{\text{pr. 4}}^d$ , ko. 1.

Im Unterkiefer Prämolars  $\underline{\text{pr. 4}}^d$ , ko. 2.

Gegenüber den Vorstadien sind im Oberkiefer keine neuen verkalkten Anlagen aufgetreten.

Im Unterkiefer dagegen tritt, kaum zunächst zu sehen, eine weitere, die dritte Komponente für den spätern Prämolaren  $\underline{\text{pr. 4}}^d$  in Form einer kleinen Zahnspitze auf, während, wie erwähnt, Komponente 2 des nämlichen Zahnes schon auf dem 22,5 cm-Stadium in ihrer Verkalkung sichtbar war.

Somit macht die Kalzifizierung weitere Fortschritte am Prämolaren  $\overline{\text{pr.4}}^d$ , indem neben der mittleren Komponente dieser dreibeckerig sich anlegenden Anlage ein zweiter, nämlich der dritte Becher in der Anlage verkalkt. Diese Komplettierung in der Ausbildung des Prämolars  $\overline{\text{pr.4}}^d$  ruft neben einem neuen Querkamm auch der Bildung des ersten Quertales am Unterkiefer, in das der Querkamm der ersten Komponente der  $\overline{\text{pr.4}}^d$ -Anlage am Oberkiefer bei geschlossener Kieferstellung des Föten hineinpasst.

### *Etappe 7*

Hierher der Fall:

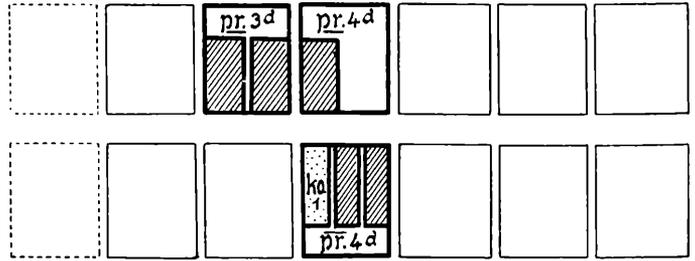
#### **Rinderfötus Rif. Nr. 317**

Geschlecht: männlich.

Kopfsteisslänge: 26,0 cm.

Schätzungsweise Alter: zwischen 14 und 17 Wochen.

Abbildung: Textfigurentafel 2, Fig. 7.



Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 317

Als bereits im Vorigen festgestellte Anlagen führen wir auf:

Im Oberkiefer Prämolars  $\overline{\text{pr.3}}^d$ , ko. 1 und ko. 2; Prämolars  $\overline{\text{pr.4}}^d$ , ko. 1.

Im Unterkiefer Prämolars  $\overline{\text{pr.4}}^d$ , ko. 2 und ko. 3.

Der Oberkiefer zeigt keine neuen Vorkommnisse von Teilanlagen sich bildender Zähne im prämolaren Gebiet.

Der Unterkiefer veranschaulicht das weitere Auftreten eines sehr kleinen, von den bereits vorhandenen Anlagen getrennten, oral gelegenen Kalzifikationsherdes in Form einer Zahnschärpe und bekundet damit den Fortschritt im Verhärtungsprozess. Dabei handelt es sich um das Erscheinen eines in die Verkalkung tretenden Abschnittes des Prämolars 4 im Unterkiefer, den wir zufolge seiner Lage als Komponente 1 dieser Zahnanlage ( $\overline{\text{pr.4}}^d$ , ko. 1) zu bezeichnen haben.<sup>1 u. 2</sup>

Prämolars  $\overline{\text{pr.4}}^d$  verkalkt somit mit drei Kalkkernen, von denen ein jeder zwei verkalkte Becherwände aus sich heraus entstehen lässt (Becherwände). Durch das Auftreten einer neuen «Zahnschärpe» (in Wirklichkeit eines Zahnkammes) wird nicht nur ein Querkamm für das zwischen der ersten und zweiten Komponente geöffnete Quertal am Prämolars  $\overline{\text{pr.3}}^d$  des Oberkiefers geschaffen, sondern auch am Unterkiefer ein neues Quertal angelegt, in das der Querkamm der zweiten Komponente des Prämolars  $\overline{\text{pr.3}}^d$  hineinpasst.

Das Stadium weist am Ober- und Unterkiefer zufolge dessen eine auffallende Übereinstimmung auf: 3 Querkämme am Oberkiefer, 3 Querkämme am Unterkiefer, 2 Quertäler am Ober- und 2 Quertäler am Unterkiefer.

<sup>1</sup> Die am «Pr.1» (unserem  $\overline{\text{pr.4}}^d$ ) von ROESE und BARTELS (1896) gemachten Beobachtungen bezüglich Verkalkung finden durch unsere Befunde keine Bestätigung:

Verkalkungsbeobachtungen am Pr. 1 (unser  $\overline{\text{pr.4}}^d$ ): «Die Verschmelzung der Zahnscherbchen in der Tiefe ihrer Marken (!) fängt beim vordersten Höckerpaare an, setzt sich am mittleren fort und tritt am hintersten Paare zuletzt ein.» Dem «vordersten Höckerpaare» entspricht unser vorderster (erster), dem «mittleren Höckerpaar» unser mittlerer und dem hintersten Höckerpaar unser hinterster Zahnbecher, unter welchen, nach unseren Beobachtungen, der mittlere zuerst verkalkt.

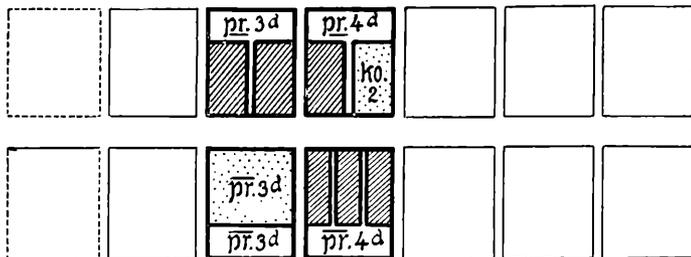
<sup>2</sup> SCHWARZ, J. (1912), beschreibt in seinen Beiträgen zur Altersbestimmung des Kalbes seinen «P1» (unseren  $\overline{\text{pr.4}}^d$ ) als den höchsten und längsten der Milchbackenzähne. «Er besteht aus 3 halbzylinderförmigen Lappen, welche an der Innen- und Aussenseite durch tiefe Furchen getrennt sind...»

**Etappe 8**

Hierher der Fall:

**Rinderfötus Rif. Nr. 109**

Geschlecht: weiblich.  
 Kopfsteisslänge: 28,0 cm.  
 schätzungsweise Alter: zwischen 15  
 und 17 Wochen.  
 Abbildung: Textfigurentafel 2, Fig. 8.



Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 109.

Die im Vorigen festgestellten Anlagen kehren wieder:

Im Oberkiefer Prämolare pr. 3<sup>d</sup>, ko. 1 und ko. 2; Prämolare pr. 4<sup>d</sup>, ko. 1.

Im Unterkiefer Prämolare pr. 4<sup>d</sup>, ko. 1, ko. 2 und ko. 3.

Die Fortschritte dieses Stadiums ergeben sich aus den Verhältnissen im Ober- und Unterkiefer.

Im Oberkiefer komplettiert in der Verkalkung die bereits in Komponente 1 vorhandene verkalkte Prämolare-pr. 4<sup>d</sup>-Anlage ihren hinteren Weichteil dadurch, dass der ihr angehörende Okzipitalteil in den Hartzustand übertritt. Es ist die Komponente 2 des Prämolare pr. 4<sup>d</sup>;

im Unterkiefer tritt als neue verkalkte Anlage die Anlage des Prämolare pr. 3<sup>d</sup> in verkalktem Zustande auf, der als einkomponentiger Zahn nur einen einzigen Kalkkern aufweist. Andere Teilanlagen sind als selbständig auftretende Kalkherde nicht wahrzunehmen.

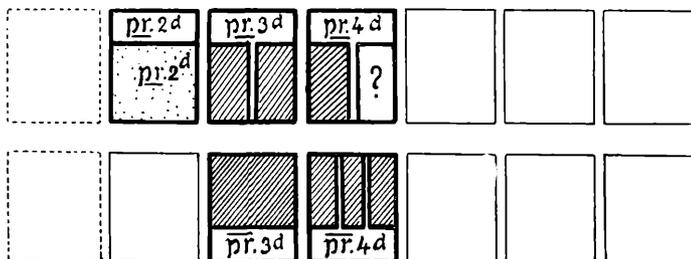
Auch dieses Stadium weist in bezug auf das Auftreten von verkalkten Querkämmen und Quertälern im Ober- und Unterkiefer Gleichheit auf: 4 verkalkte Querkämme sind im Ober- und 4 verkalkte Querkämme im Unterkiefer entwickelt. Die im vorigen Fall noch nicht in ein geschlossenes Quertal am Oberkiefer eingeführte dritte Komponente des Prämolare pr. 4<sup>d</sup> am Unterkiefer wird auf ihrer freien, nach hinten gelegenen Seite seitens der in die Verkalkung übertretenden zweiten Komponente des Prämolare pr. 4<sup>d</sup> am Oberkiefer umfasst, so dass auch sie in einem beidseitig abgeschlossenen verkalkenden Quertal ruht. In entsprechender Weise trifft dasselbe Los die erste Komponente des Prämolare pr. 3<sup>d</sup> am Oberkiefer, indem auch für diesen Zahnbecher bzw. dessen Querkamm am Unterkiefer durch die Verkalkung der Prämolare-pr. 3<sup>d</sup>-Anlage ein Quertal und eine Einrichtung für eine spätere Führung entsteht.

**Etappe 9**

Hierher der Fall:

**Rinderfötus Rif. Nr. 101**

Geschlecht: weiblich.  
 Kopfsteisslänge: 26,6 cm.  
 Alter: zwischen 15 und 17 Wochen.  
 Abbildung: Textfigurentafel 2, Fig. 9;  
 ferner: identisch Taf. I, Fig. 2.



Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 101.

Bei einer Durchsicht der Aufnahmen der Kieferteile dieses Stadiums der fötalen Rinderentwicklung lassen sich wieder auffinden:

Im Oberkiefer Prämolare pr. 3<sup>d</sup>, ko. 1 und ko. 2; Prämolare pr. 4<sup>d</sup>, ko. 1 (ko. 2 ?).

Im Unterkiefer Prämolare pr. 3<sup>d</sup> und Prämolare pr. 4<sup>d</sup>, ko. 1, ko. 2 und ko. 3.

Sämtliche dieser Anlagen bzw. Teilanlagen sind schon auf dem vorigen Stadium in verkalktem Zustand aufgefunden worden.

Somit zeigt der Kopf des Rinderembryos Rif. Nr. 101 in bezug auf die Fortschritte der Verkalkung der Zahnanlagen mit dem Vorstadium ziemlich weitgehende Übereinstimmung.

Die zweite Komponente des Prämolars pr. 4<sup>d</sup> am Oberkiefer scheint allerdings noch weniger verkalkt als bei jenem zu sein. Durch die beginnende Verkalkung der pr. 2<sup>d</sup>-Anlage am Oberkiefer tritt die Spitze des pr. 3<sup>d</sup> am Unterkiefer in einen passenden Zackeneinschnitt des Oberkiefers ein. Der zunächst nur schwach angedeutete, später als einkomponentige Anlage sich erweisende Zahn pr. 2<sup>d</sup> ist den verkalkten Prämolaranlagen pr. 3<sup>d</sup> und pr. 4<sup>d</sup> oralwärts vorgeschoben.

Im Unterkiefer imponiert als Kalkherd besonders die mittlere, zweite Komponente der Anlage des späteren pr. 4<sup>d</sup>.

Dieser Etappe haben wir noch folgende Fälle einzuverleiben:

**Rinderfötus Rif. Nr. 137**

Geschlecht: männlich.  
Kopfsteisslänge: 30,5 cm.  
Alter: zwischen 15 und 17 Wochen.  
Abbildung: Textfigurentafel 2, Fig. 10.

**Rinderfötus Rif. Nr. 110**

Geschlecht: männlich.  
Kopfsteisslänge: 31,0 cm.  
Alter: zwischen 15 und 17 Wochen.  
Abbildung: Textfigurentafel 2, Fig. 11.

ferner:

**Rinderfötus Rif. Nr. 100**

Geschlecht: männlich.  
Kopfsteisslänge: 32,3 cm.  
Alter: —  
Abbildung: Taf. I, Fig. 3.

**Rinderfötus Rif. Nr. 357**

Geschlecht: —  
Kopfsteisslänge: 38,2 cm.  
Alter: zwischen 16 und 19 Wochen.  
Abbildung: Textfigurentafel 2, Fig. 12.

Rind Nr. 137, Textfig. 10, zeigt in bezug auf das Auftreten von verkalkten Anlagen keine neuen Vorkommnisse gegenüber den bereits besprochenen Stadien der Entwicklungsreihen.

Im Oberkiefer tritt Prämolars pr. 2<sup>d</sup> als neue Komponente des Gebisses bereits bei Rif. Nr. 101, Textfigurentafel 2, Fig. 9, auf. Die Anlage ist aber zufolge der reichlicheren Kalkablagerung nunmehr deutlich sichtbar. Auf diesem Stadium zeigt sich (wie übrigens auch bei Rind Nr. 101), dass die mit Komponente 1 bezeichnete Prämolars pr. 3<sup>d</sup>-Anlage im Vergleich zu den andern Kalkanlagen am stärksten entwickelt ist. Jeder Kieferknochen weist im Molargebiss und im Verkalkungsprozess eine besonders weit fortgeschrittene Teilanlage auf. Die Zahnschmelzspitze, die wir als zweite Komponente von Prämolars pr. 4<sup>d</sup> bezeichnen müssen, liegt schon beim Fötus Nr. 109, Textfig. 8 verkalkt vor.

Im Unterkiefer zeigt die Komponente 2 innerhalb der Prämolars pr. 4<sup>d</sup>-Anlage wiederum die stärkste Entwicklung.

Die weiteren, aufgeführten, der Entwicklungsreihe sich anschliessenden Stadien (Text-

**Rinderfötus Rif. Nr. 7**

Geschlecht: weiblich.  
Kopfsteisslänge: 39,2 cm.  
Alter: zwischen 17 und 21 Wochen  
(im 5. Monat der Gravidität)  
Abbildung: Textfigurentafel 3, Fig. 13.

**Rinderfötus Rif. Nr. 38**

Geschlecht: männlich.  
Kopfsteisslänge: 39,0 cm.  
Alter: —  
Abbildung: Taf. I, Fig. 4.

**Rinderfötus Rif. Nr. 327**

Geschlecht: weiblich.  
Kopfsteisslänge: 39,0 cm.  
Alter: zwischen 17 und 21 Wochen  
(5. Monat der Gravidität)  
Abbildung: Textfigurentafel 3, Fig. 14.

**Rinderfötus Rif. Nr. 5**

Geschlecht: männlich.  
Kopfsteisslänge: 52,0 cm.  
Alter: im 5./6. Monat der Gravidität  
Abbildung: Textfigurentafel 3, Fig. 15.

figurentafel 2, Fig. 11; Taf. I, Fig. 3; Textfigurentafel 2, Fig. 12 und 13; Taf. I, Fig. 4; Textfigurentafel 3, Fig. 14 und 15) der embryonalen Entwicklung veranschaulichen Weiterdifferenzierungen der Zahnkalzifikationen, wie sie bereits bei Rinderfötus Nr. 137, Textfig. 10, im Ober- und Unterkiefer zu konstatieren sind. Die einzelnen, mehr oder weniger noch schwach entwickelten Hartgebilde erscheinen aber in der Folge in Form immer ansehnlicherer Komponenten, behalten zwar vorläufig noch den Charakter gesonderter Verhärtungsherde, wenn auch bald die meisten einzelnen Anlagen in ihren distalen Teilen untereinander in ihrer seitlichen Konturierung in Berührung und engere Verbindung treten.

Im Oberkiefer bewahrt die Prämolare pr. 2<sup>d</sup>-Anlage dauernd ihre Selbständigkeit. Aus ihr entwickelt sich der zweite Prämolare des Milchgebisses. Dem Zahn liegt eine einzige verkalkende Anlage zugrunde. Sie bildet die Unterlage für die Zahnformation. Die Prämolare pr. 3<sup>d</sup>-Anlage steht hierzu im Gegensatz. Die mit den Komponenten 1 und 2 des Prämolars pr. 3<sup>d</sup> bezeichneten Hartkerne, die in Form scheinbar selbständiger Anlagen auf den Röntgenbildern lange Zeit verfolgt werden können, treten in immer engere Verbindung und bilden den typischen Prämolare pr. 3<sup>d</sup>, mit der für den Zahn später charakteristischen Doppelbecherigkeit, wobei einem jeden Zahnbecher eine labiale (bukcale) und eine linguale Becherwand zufällt.

Eine ganz entsprechende Entwicklung nimmt die Anlage des späteren Prämolars pr. 4<sup>d</sup>. Auch diese setzt sich aus zwei scheinbar vollständig gesonderten Kalzifikationsherden zusammen, die anfänglich als separat verkalkende Zahnschmelzen erscheinen, auf den Röntgenbildern und in Wirklichkeit in unserer Darstellung als Komponente 1 und 2 einer einheitlichen Zahnanlage bezeichnet, als zwei Zahnbecher einer einheitlichen Anlage zu bewerten sind.

In bezug auf die Art der Verkalkung schlagen also der Prämolare pr. 3<sup>d</sup> und pr. 4<sup>d</sup> des Oberkiefers dieselbe Entwicklung ein. Sie führen ihre Entstehung auf zwei getrennt auftretende Hartherde zurück, die aber, wie wir später sehen werden, in beiden Fällen je einer gemeinsamen Weichanlage angehören, was denn auch in der späteren Verschmelzung der Hartkerne zu einem einheitlichen Hartgebilde, eben zum späteren Zahn, zum Ausdruck kommt, während der Prämolare pr. 2<sup>d</sup> aus einer einzigen Hartteilanlage und nicht aus zwei gesonderten Anlagen hervorgeht.

Auch der Unterkiefer zeigt sehr bemerkenswerte Verhältnisse. Verkalkte Anlagen des späteren Prämolars pr. 2<sup>d</sup> sind noch nicht sichtbar. Der Oberkiefer verkalkt demzufolge seinen Prämolare pr. 2<sup>d</sup> früher als der Unterkiefer, so dass pr. 2<sup>d</sup> zunächst in seinem Wachstumsprozess über freie Entwicklungsmöglichkeiten verfügt, indem er am Unterkiefer noch nicht einem geschlossenen Einschnitt begegnet, der ihn aufnehmen würde und somit die nämlichen Freiheiten genießt wie der Kamm der zweiten Komponente des pr. 4<sup>d</sup>, der auf diesem Stadium zufolge der vorläufigen Nichtverkalkung der ersten Komponente des mo. 1 auch noch nicht in ein seitlich geschlossenes Wellental vorstößt. Prämolare pr. 3<sup>d</sup> erweist sich in der Entwicklung als einheitlich aufgebaut, genetisch nicht weiter in einzelne Hartherde und Zahnkomponenten gespaltener Zahn, dessen Anlage den einheitlichen Charakter beibehält. Am Aufbau des späteren Zahnes sind nicht, wie am entsprechenden Zahn im Oberkiefer, zwei Teilanlagen beteiligt, sondern nur eine einzige Anlage. Ein unaufgeteilter, einziger Kalzifikationsherd bildet die Unterlage für den späteren Zahn.

Genetisch anspruchsvoller ist freilich Prämolare pr. 4<sup>d</sup> im Unterkiefer, welcher sich aus drei Hartherden aufbaut (die allerdings auch wieder einem einheitlichen Stammherd, wie wir später zu zeigen haben werden, angehören), indem den spätern Prämolare pr. 4<sup>d</sup> die Komponenten 1, 2 und 3 zusammensetzen. Prämolare pr. 4<sup>d</sup> ist im Prämolargebiss der einzige Zahn, der seine Bildung dem Zusammenschluss von drei gleichwertigen Einzelkomponenten verdankt.

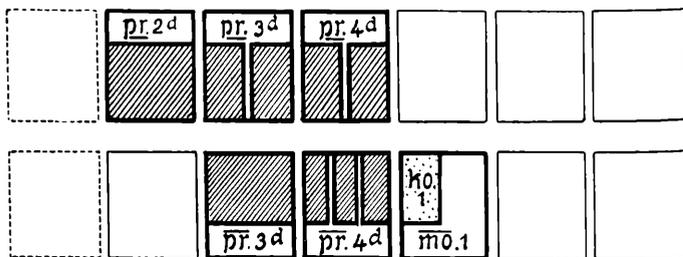
Ähnliche Verhältnisse zeigen die Schädel der Rinderföten Rif. Nr. 110, 357 und 7 auf der Textfigurentafel 2, Fig. 11, 12, und Textfigurentafel 3, Fig. 13, und der Föten 100 und 38 auf Tafel I, Fig. 3 und 4.

**Etappe 10**

Hierher der Fall:

**Rinderfötus Rif. Nr. 328**

Geschlecht: männlich.  
 Kopfsteisslänge: 45,7 cm.  
 Alter: 5./6. Monat der Gravidität.  
 Abbildungen: Textfigurentafel 3, Fig. 16,  
 und Taf. I, Fig. 5.



Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 328.

Zur Orientierung über den Entwicklungsstand des Gebisses von Rind Nr. 328 diene obiges Schema.

Als bereits im vorigen vorhandene Anlagen sind zu notieren:

Im Oberkiefer Prämolare pr. 2<sup>d</sup>, Prämolare pr. 3<sup>d</sup>, ko. 1 und ko. 2, Prämolare pr. 4<sup>d</sup>, ko. 1 und ko. 2.

Im Unterkiefer Prämolare pr. 3<sup>d</sup>, Prämolare pr. 4<sup>d</sup>, ko. 1, ko. 2 und ko. 3.

Im Oberkiefer ergibt sich im Vergleich zu Fötus Rind Nr. 5, Textfigurentafel 3, Fig. 15, bezüglich des Auftretens verkalkter Anlagen kein wesentlicher Veränderungsbefund. Die einzelnen Anlagen lassen nur die fortgeschrittene Differenzierung an den seitlichen Wandteilen der zukünftigen Zähne erkennen.

Im Unterkiefer zeigt sich ausser den bereits festgestellten Anlagen eine beginnende Weichteilverhärtung in einer besonderen Alveole, die bereits der Molar 1-Anlage zuzusprechen ist, und die wir, wie aus dem folgenden hervorgeht, noch als Komponente der Milchdentition zu bewerten haben, denn auch der erste Backenzahn geht, wie wir sehen werden, aus zwei gesonderten, aber einer einheitlichen Stammanlage entstammenden Anlagen hervor.

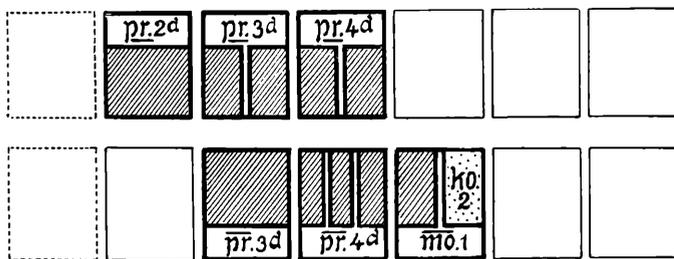
Wiederum wird einseitig eine Zahnkomponente verkalkt (mo. 1, erste Komponente), die am Oberkiefer zunächst keinen Gegenpartner im gleichen Zustand antrifft.

**Etappe 11**

Hierher der Fall:

**Rinderfötus Rif. Nr. 127**

Geschlecht: weiblich.  
 Kopfsteisslänge: 49,5 cm.  
 Alter: 5./6. Monat der Gravidität.  
 Abbildung: Textfigurentafel 4, Fig. 17.



Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 127.

Als bereits im vorigen festgestellte Anlagen sind vorhanden:

Im Oberkiefer Prämolare pr. 2<sup>d</sup>, Prämolare pr. 3<sup>d</sup>, ko. 1 und ko. 2, Prämolare pr. 4<sup>d</sup>, ko. 1 und ko. 2.

Im Unterkiefer Prämolare pr. 3<sup>d</sup>, Prämolare pr. 4<sup>d</sup>, ko. 1, ko. 2 und ko. 3, Molare mo. 1, ko. 1.

Der Fortschritt gegenüber dem Vorstadium liegt im Auftreten einer zweiten Verkalkungsstelle in der Anlage des Molars mo. 1 im Unterkiefer; der ebenfalls aus zwei gesondert auftretenden Kalzifikationen hervorgehende Molar mo. 1 zeigt neben der Komponente 1 die zweite Komponente, ko. 2, in verkalktem Zustand.

In der Prämolare pr. 4<sup>d</sup>-Anlage des Unterkiefers treten die einzelnen Komponenten (Zahnbecher) in ihren Seitenteilen miteinander in Berührung, sodass die engere Zusammengehörigkeit der einzelnen Anteile zum einheitlichen Zahn sichtbar wird.

**Etappe 12**

Hierher der Fall:

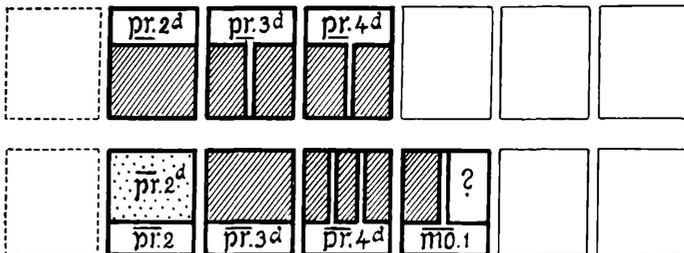
**Rinderfötus Rif. Nr. 66**

Geschlecht: weiblich.

Kopfsteisslänge: 50,4 cm.

Alter: 5./6. Monat der Gravidität.

Abbildung: Textfigurentafel 4, Fig. 18.



Bildliche Bestandesregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 66.

Als bereits bekannte Anlagen treten auf:

Im Oberkiefer Prämolare  $\underline{pr.2^d}$ , Prämolare  $\underline{pr.3^d}$ , ko. 1 und ko. 2, Prämolare  $\underline{pr.4^d}$ , ko. 1 und ko. 2.

Im Unterkiefer Prämolare  $\overline{pr.3^d}$ , Prämolare  $\overline{pr.4^d}$ , ko. 1, ko. 2 und ko. 3, Molare  $\overline{mo.1}$ , ko. 1 und ko. 2.

Im Oberkiefer zeigt sich ausser einer Zunahme der Stärke und des Umfanges der einzelnen Anlagen nichts besonderes gegenüber Rif. Nr. 127.

Im Unterkiefer ist als neu verhärtende Anlage diejenige für den Prämolare  $\underline{pr.2^d}$  festzustellen. Was diese Anlage anbelangt, so wird die Alveolenanlage ausgezeichnet durch eine kleine Zahnspitze, die eben auf dem Film sichtbar wird.

Gegenüber Embryo Rif. Nr. 127, Textfig. 17, erscheint allerdings nur der vordere Verhärtungsteil in der für den Molare  $\overline{mo.1}$  vorgebildeten Alveole, während der mehr okzipital gelegene zweite Herd in verkalktem Zustand noch nicht feststellbar ist.

**Etappe 13**

Hierher der Fall:

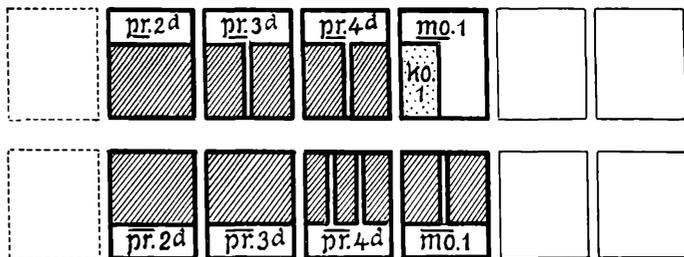
**Rinderfötus Rif. Nr. 55**

Geschlecht: männlich.

Kopfsteisslänge: 64,0 cm.

Alter: 6. Monat der Gravidität.

Abbildung: Textfigurentafel 5, Fig. 19.



Bildliche Bestandesregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 55.

Im Oberkiefer erscheint zum erstenmal im Bereich des Molargebisses eine verkalkte Stelle, die erste Komponente des verkalkenden, aus zwei gesonderten Teilherden aufgebauten ersten Molaren.<sup>1</sup>

Im Unterkiefer haben sich die einzelnen Anlagen der Zähne weiter entwickelt, neue verkalkte Elemente sind beim Vergleich mit den beim Fötus 127, Textfigurentafel 4, Fig. 17, auftretenden Verhältnissen freilich nicht hinzugetreten. Die kleine verkalkte Zahnspitze des Prämolars  $\underline{pr.2^d}$ , die auf dem vorigen Stadium eben erst sichtbar wurde, hat an Umfang bedeutend zugenommen, ohne dass jedoch ein Hinzutreten eines weiteren Bildungsherd innerhalb dieser Zahnanlage festzustellen ist.

An Umfang zugenommen haben auch am Unterkiefer der Prämolare  $\overline{pr.3^d}$  und der Prä-

<sup>1</sup> Interessant dürften im Zusammenhang mit der Tatsache, dass der Molare mo. 1 unter den nicht wechselnden Molaren zuerst angelegt und verkalkt wird BECKERTS (1933) Beobachtungen sein, dass die senile Exkavation (Füllung der Kunden an den Molaren) zuerst an den Molaren mo. 1 des Ober- und Unterkiefers sich vollzieht. Die Molaren mo. 1 gelangen ja auch als bleibende Zähne zuerst zum Durchbruch.

molar  $\overline{pr.4^d}$ , dessen immer mehr verkalkende Einzelkomponenten zu einer einheitlichen Zahnbildung im Verkalkungsprozess zusammengefasst werden.

Die beiden verkalkten Spitzen für den ersten Molaren  $\underline{mo.1}$  am Unterkiefer, welches Stadium Rind Nr. 127, Textfigurentafel 4, Fig. 17 bereits vorgeführt hat, sind mit aller Deutlichkeit nunmehr wahrzunehmen.

Wiederum wird das Prinzip der sukzessiven Heranziehung der einzelnen Zahnkomponenten in den Verkalkungsprozess im Sinne der allmählichen Einfügung der künftigen Querkämme (Zahnspitzen) in eine zahnstangenartige Gegenleiste an Ober- und Unterkiefer und in entsprechende verkalkte Vertiefungen offenbar. Im Unterkiefer schicken sich die beiden verkalkenden Komponenten des  $\underline{mo.1}$  an, ein Quertal zu bilden, das für die Aufnahme der verkalkenden Komponente 1 des Molar  $\underline{mo.1}$  des Oberkiefers bestimmt ist.

**Etappe 14**

Hierher die Fälle:

**Rinderfötus Rif. Nr. 333**

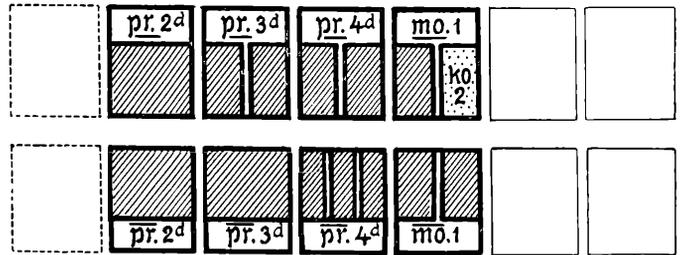
Geschlecht: männlich.  
 Kopfsteisslänge: 76,0 cm.  
 Schätzungsweise Alter: 7./8. Monat der Gravidität.  
 Abbildung: Textfigurentafel 5, Fig. 20, ferner Taf. III, Fig. 3.

**Rinderfötus Rif. Nr. 107**

Geschlecht: weiblich  
 Kopfsteisslänge: 79,0 cm.  
 Alter: —  
 Abbildung: Textfigurentafel 4, Fig. 21.

**Rinderfötus Rif. Nr. 112**

Geschlecht: weiblich.  
 Kopfsteisslänge: 71,5 cm.  
 Alter: zwischen 8 und 9 Monaten.  
 Abbildung: Textfigurentafel 6, Fig. 22 und Taf. II, Fig. 2.



Bildliche Bestandregistratur ad Rindergebiss, Rind Nr. 112.

Als bereits im vorigen feststellbare Anlagen sind vorhanden:

Im Oberkiefer Prämolare  $\underline{pr.2^d}$ , Prämolare  $\underline{pr.3^d}$ , ko. 1 und ko. 2, Prämolare  $\underline{pr.4^d}$ , ko. 1 und ko. 2, Molare  $\underline{mo.1}$ , ko. 1.

Im Unterkiefer Prämolare  $\underline{pr.2^d}$ ,  $\underline{pr.3^d}$ , Prämolare  $\underline{pr.4^d}$ , ko. 1, ko. 2 und ko. 3 und Molare  $\underline{mo.1}$ , ko. 1 und ko. 2.

Die obigen angeführten drei Stadien der Rinderentwicklung reihen sich unmittelbar an Fall Rinderfötus No. 55, Textfigurentafel 5, Fig. 19, an. Sie illustrieren im besonderen die Differenzierung der Anlage für den Molare  $\underline{mo.1}$  im Oberkiefer, indem durch das Auftreten einer neuen, verkalkenden Teilanlage der zusammengesetzte Zahn im Verkalkungsprozess seine Komplettierung erhält, der Komponente 1 Komponente 2 innerhalb der Anlage sich beigesellt und die fortschreitende Kalzifikation der Teilanlagen überhaupt die Ausbildung solider, einheitlicher Zähne zur Folge hat.

Durch das Hinzutreten einer zweiten Komponente zum vorhandenen Zahnbecher (Komponente 1) des Molars  $\underline{mo.1}$  am Oberkiefer wird die Anlage eines weiteren Quertales geschaffen, welches von der vorspringenden Spitze der zweiten Komponente des Molars  $\underline{mo.1}$  am Unterkiefer eingenommen wird. Am Schluss der intrauterinen Entwicklungsperiode wird im Gebiss eine Entwicklungsstufe erreicht, auf welcher am Ober- und Unterkiefer 7 Zahnspitzen<sup>1</sup> bzw.

Die Angabe bezieht sich lediglich auf Befunde an röntgenologischen Aufnahmebildern von Kieferstücken in Seitenlage.

Querkämme in verkalktem Zustande vorhanden sind und je 6 «Quertäler» durch das Zusammentreten der einzelnen Zähne sowohl wie auch der einzelnen Komponenten im Falle zusammengesetzter Prämolaren und Molaren. In diese springen sehr frühzeitig, schon während der Entwicklung, die vorhandenen Querkämme wechselseitig vor.

In die Etappe 14 fallen auch die beiden Stadien:

#### **Rinderfötus Rif. Nr. 60**

Geschlecht: weiblich.

Kopfsteisslänge: 77,0 cm.

Schätzungsweise Alter: zirka 9 Monate.

Abbildung: Textfigurentafel 7, Fig. 23.

#### **Rinderfötus Rif. Nr. 37**

Geschlecht: —

Kopfsteisslänge: 81,0 cm.

Alter: kurz vor Geburt.

Abbildung: Textfigurentafel 7, Fig. 24; ferner Taf. II, Fig. 3 u. 4.

Die beiden Endstadien der intrauterinen Rinderentwicklung bringen in bezug auf das Neuauftreten verkalkter Zahnelemente keine weiteren Fortschritte mehr gegenüber den bereits behandelten Fällen. Diese Stadien sind aber insofern sehr lehrreich, als sie eine Vorstellung über die Ausbildung der Zahnwurzeln vermitteln.

So sieht man im Oberkiefer in Fig. 23 an den Prämolaren pr. 2<sup>d</sup> und pr. 3<sup>d</sup> zwei Wurzeln auftreten, im Unterkiefer an Prämolar pr. 3<sup>d</sup> zwei und an Prämolar pr. 4<sup>d</sup> drei Wurzeln.

In Fig. 24 hat die Wurzelbildung noch weitere Fortschritte zu verzeichnen, indem am Oberkiefer Prämolar pr. 4<sup>d</sup> ebenfalls zwei Wurzeln entwickelt, am Unterkiefer Prämolar pr. 4<sup>d</sup> die drei Wurzelansätze deutlicher zeigt.

### **Zusammenfassung der Befunde am intrauterinen Kiefermaterial**

1. Während der Entwicklung der Frucht im Tragsack des Rindes erscheinen in den Kieferanlagen auf den Röntgenbildern zahlreiche verkalkte Hartherde, welche zu den späteren Zähnen im Milchgebiss genetisch in Beziehung zu bringen und teilweise als verkalkende Ganz-, teilweise als verkalkende Teilanlagen der Milchzähne anzusprechen sind.

2. Bis zum Zeitpunkt des Austragens der Leibesfrucht, d. h. bis zum Abschluss der intrauterinen Periode, können auf den Röntgenbildern im Verlauf der Entwicklung am linken und rechten Ober- und Unterkiefer, oben und unten, je sieben kegelförmige, ursprünglich separat auftretende Hartherde nachgewiesen werden, die meistens miteinander verschmelzen. In Form geschlossener, einheitlicher Zahnanlagen sind später an je einem Hartkiefer nur vier Zähne aufzufinden.

Am Schluss der intrauterinen Entwicklungsperiode sind als Zahnanlagen des Milchgebisses festzustellen:

Im Oberkiefer: die Prämolaren pr. 2<sup>d</sup>, pr. 3<sup>d</sup>, pr. 4<sup>d</sup>; ferner der vorderste Backenzahn Molar mo. 1.

Im Unterkiefer: entsprechend die Vorderbackenzähne pr. 2<sup>d</sup> und pr. 3<sup>d</sup> und der vorderste hintere Backenzahn Molar mo. 1.

Im Hinblick auf die verkalkenden Einzelanlagen und die Heranziehung dieser scheinbar alle als «Einzelzähne» auftretenden Hartherde zur Bildung der Milchzähne lehrt die Unter-

suchung, dass später unter den aus ihnen hervorgegangenen Zähnen zwei Zahntypen auseinander zu halten sind: einfache Zähne und zusammengesetzte Zähne. Beide gehören der gleichen, d. h. der Milchdentition, an. Erstere gehen aus einem einzigen Kalkherd hervor, letztere aus zwei oder drei Kalkherden.

*Die einfach gebauten Zähne:*

Im Oberkiefer erweist sich als einfach gebauter Zahn der Milchdentition der Prä-molar pr. 2<sup>d</sup>,

im Unterkiefer sind die beiden vordersten Prämolaren  $\overline{\text{pr. 2}}^{\text{d}}$  und  $\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$  einfach gebaut.

*Die zusammengesetzten Zähne:*

Im Oberkiefer sind die beiden Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> und pr. 4<sup>d</sup> zusammengesetzte Zähne, ferner der erste Molar mo. 1.

im Unterkiefer weisen sich der hinterste Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$  und der vorderste Molar  $\overline{\text{mo. 1}}$  in ihrem Aufbau als komplexe Zähne aus.

Unter den zusammengesetzten komplexen Zähnen sind zwei Untertypen auseinanderzuhalten:

1. zweikomponentige bzw. zweibecherige Zähne,
2. dreikomponentige bzw. dreibecherige Zähne.

Zweikomponentig sind am intrauterinen Oberkiefer die Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> und pr. 4<sup>d</sup> und der Molar mo. 1.

Zweikomponentige Prämolanzähne werden am intrauterinen Unterkiefer keine gebildet.

Dreikomponentig sind im Unterkiefer der Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$ , der zugleich ein dreibecheriger Zahn ist. (Im Oberkiefer treten keine dreikomponentigen Zähne auf.)

**3.** In bezug auf den Modus des Einbezuges der einzelnen Zahnanlagen in den Verkalkungsprozess während der intrauterinen Entwicklung der Zähne ergeben sich eine Reihe von Feststellungen, die in zwei orientierenden Schemen («Schema zum rangmässigen Einbezug» pg. 39 und «Schematische Darstellung des sich ergebenden Modus» pg. 42/43 zusammengefasst werden sollen, die zum Teil bereits auch die Resultate der Untersuchungen am extrauterinen Material enthalten, worauf aber später eingetreten werden soll.

*Der Modus des Einbezuges der einzelnen Zahnanlagen bzw. ihrer Komponenten in den Verkalkungsprozess. Die rangmässige Sukzession mit Rücksicht auf die Verhältnisse im Ober- und Unterkiefer*

Mit Rücksicht auf die Verhältnisse im Oberkiefer zeigt sich:

Der Erhärtungsprozess beginnt an den einzelnen Komponenten des Gebisses, soweit sie innerhalb der intrauterinen Periode zur Entwicklung gelangen, am Oberkiefer an der

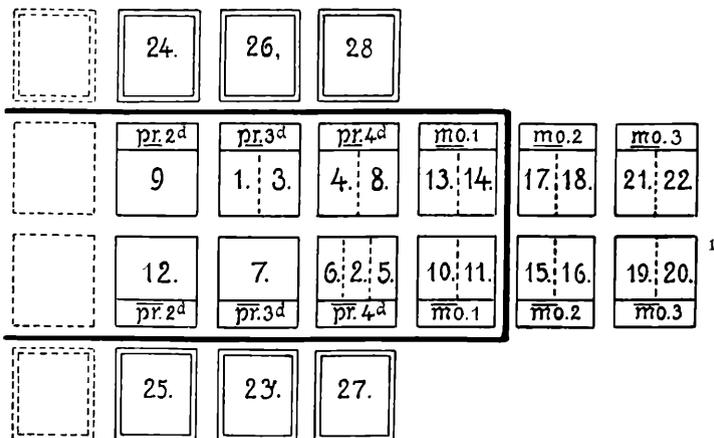
Zahnanlagen mit viereckigen Feldern angegeben. Die innerhalb der Ganzanlagen auftretenden Teilanlagen durch Strichkonturen abgegrenzt. Anordnung entsprechend den Vorkommissen an Ober- und Unterkiefer. Die aufsteigenden Zahlen stimmen mit der rangmässigen Sukzessionsfolge der einzelnen Teile während der Verkalkung überein.

Die innerhalb der Einrahmung befindlichen Anlagen repräsentieren die während der intrauterinen Periode in die Kalzifizierung einbezogenen Zähne.

Die ausserhalb der Einrahmung gelegenen Anlagen, die während der extrauterinen Periode in die Verkalkung übertretenden Zähne.

Die einfach konturierten Felder sind für die Zähne des Milchgebisses eingesetzt, die doppelt konturierten Felder für die Zähne der zweiten Dentition, sofern es Prämolarkähne sind.

*Schema zum rangmässigen Einbezug einzelner Ganz- und Teilanlagen von prämolaren und molaren Zahnbildungen während der intra- und extrauterinen Periode der Rinderentwicklung.*



ersten Komponente des Prämolark pr.3<sup>d</sup>. Dann folgt in der Verkalkung die zweite Komponente des nämlichen Zahnes. Der Prozess ergreift hernach die Anlage des Prämolark pr.4<sup>d</sup>, und zwar zunächst wiederum die erste Komponente, dann die zweite Komponente.

Fast gleichzeitig mit dem hinteren Teil des Prämolark pr.4<sup>d</sup> verkalkt Prämolark pr.2<sup>d</sup> und geht in den Hartzustand über.

Erst am Ende der intrauterinen Periode unterliegt Molar mo.1 der Kalzifikation, zunächst in seiner ersten, dann in seiner zweiten Komponente.

Für den Oberkiefer ergibt sich demnach die nachstehende Folge:

1. Prämolark pr.3<sup>d</sup>, 1. Komponente
2. Prämolark pr.3<sup>d</sup>, 2. Komponente
3. Prämolark pr.4<sup>d</sup>, 1. Komponente
4. Prämolark pr.4<sup>d</sup>, 2. Komponente
5. Prämolark pr.2<sup>d</sup>
6. Molar mo.1, zuerst in seiner ersten, dann in seiner zweiten Komponente.

Mit Rücksicht auf die Verhältnisse am Unterkiefer zeigt sich:

Die Ablagerung der Hartsubstanz beginnt zunächst am pr.4<sup>d</sup>, speziell an dessen mittleren, zweiten Komponente des dreikomponentigen Zahns. Hernach dehnt sich der Prozess aber auch auf die weiteren unverkalkten Komponenten aus, zunächst auf die okzipital gelegene Komponente 3, hernach auf die oral gelegene Komponente 1. Erst hernach schliesst sich im Verkalkungsprozess der Anlagereihe Prämolark pr.3<sup>d</sup> an. Gegen das Ende der intrauterinen Periode folgt der erste Molar mo.1, der zuerst wieder die erste Komponente, dann die zweite Komponente verkalkt vorzeigt. Zu dieser Zeit folgt als zuletzt in der intrauterinen Periode verkalkender Zahn Prämolark pr.2<sup>d</sup>.

<sup>1</sup> Die dritte, rudimentäre Komponente des mo.3 ist im Schema nicht berücksichtigt.

Für den Unterkiefer ergibt sich demnach:

1. Prämolare  $\overline{\text{pr.4}}^d$ , 2. Komponente
2. Prämolare  $\text{pr.4}^d$ , 3. Komponente
3. Prämolare  $\overline{\text{pr.4}}^d$ , 1. Komponente
4. Prämolare  $\overline{\text{pr.3}}^d$
5. Molare  $\overline{\text{mo.1}}$ , 1. Komponente
6. Molare  $\text{mo.1}$ , 2. Komponente
7. Prämolare  $\overline{\text{pr.2}}^d$ .

Zusammenfassend ergibt sich für Ober- und Unterkiefer:

Die Ablagerung von Hartschubstanz tritt entwicklungsgeschichtlich nicht gleichzeitig an mehreren Zahnanlagen auf.

Die Kalkablagerung erfasst zunächst an Ober- und Unterkiefer nur je eine Teilanlage ( $\overline{\text{pr.3}}^d$ , 1. Komponente;  $\overline{\text{pr.4}}^d$ , 2. Komponente), wobei der Oberkiefer dem Unterkiefer vorausgeht.

Am Ober- und Unterkiefer werden alsdann die den Primärverkalkungen benachbarten, unverkalkten Teilanlagen abwechselungsweise in den Verkalkungsprozess einbezogen, hernach im Oberkiefer zuerst der Prämolare  $\text{pr.4}^d$  und dann der Prämolare  $\text{pr.2}^d$ ; im Unterkiefer der Prämolare  $\overline{\text{pr.3}}^d$  und dann der Molare  $\overline{\text{mo.1}}$ , schliesslich der Prämolare  $\overline{\text{pr.2}}^d$  in der intrauterinen Periode.

In der Regel werden zuerst schrittweise die sämtlichen Anlageteile, die dentären Papillen der Stammanlage an komplex gebauten, aus mehreren Teilanlagen zusammengesetzten Zähnen vom Kalzifikationsvorgang erfasst, bevor von ihm anderweitige Zahnanlagen ergriffen werden. Bei zweikomponentigen Anlagen des Prämolare- und Molargebisses ist es immer die erste Komponente, die zuerst verkalkt, bei dreikomponentigen Zähnen des Prämolargebisses (bei  $\overline{\text{pr.4}}^d$ ) zuerst die mittlere, zweite Komponente.

Ganz besonders interessant gestaltet sich aber das Ergebnis der Untersuchung am intra- (und dann in entsprechender Weise am extra-) uterinen Kiefermaterial, wenn man den Modus des Verkalkungsprozesses unter dem Gesichtspunkt der späteren topographischen Beziehungen der einzelnen Zähne und Abschnitte von Ober- und Unterkiefer betrachtet und zu erklären versucht.

Man versteht dann — wie im Schema Textfig. 1, pg. 42/43, in unzweideutiger Weise dargelegt wird — dass zum geordneten Ineinandergreifen der Teile zwecks Schaffung einer physiologischen Einheit schon frühzeitig den einzelnen Abschnitten am Ober- und Unterkiefer die Möglichkeit geboten werden muss, sich aneinander in den Mahl- und Reibflächen anzupassen und die seitlichen Wandteile in diejenigen Einschnitte der Zahnreihe am Gegenkiefer einzuschieben, die zu ihrer Aufnahme vorgesehen sind, ein Vorgang, der nur durch die allmähliche schrittweise Kalzifikation möglich ist.

Diesen Forderungen der Anpassung werden die ermittelten, planmässig vor sich gehenden Verkalkungen zur Schaffung einer für die Zerkleinerung der Rohfaser geeigneten, physio-

logisch einheitlichen Mahlfäche gerecht. Der Modus der Verkalkung ist derart, dass diese nicht die ganze Einzelanlage als solche ergreift, sondern zunächst nur die distalen Spitzen der einzelnen Anlagen oder ihrer Teile. Von den distalen Teilen (Spitzen) der Ganz- oder Teilanlagen schreitet die Verkalkung nach der Basis der Anlagen hin vor.

Die Verkalkung vollzieht sich nicht synchron, nicht gleichzeitig an allen Teilkomponenten. Sie beginnt an einem bestimmten Gebissabschnitt, ziemlich in der Mitte des Oberkiefers, schafft einen entsprechenden Stützpunkt am Unterkiefer und gliedert dann oben und unten nach vorn und hinten schrittweise und ganz allmählich, unter Einbezug immer neuer Weichteilanlagen in die Verkalkung und in die Reihe der Zahnanlage einen Ausgleich herbeiführend, verkalkte Zahnpapillen ein. Durch die Angliederung immer neuer verkalkender Einzel- und Teilanlagen werden verhärtende Zahnzacken (und mit ihnen die entsprechenden Querkämme, deren Endpunkte die Zacken sind) in Weichkerben (Quertäler) eingeführt, so dass schon auf frühen Stufen der Entwicklung die Möglichkeit der gegenseitigen Anpassung besteht und ein systematisch erfolgreiches, zahnstangenartiges Ineinandergreifen der Gebisssteile an beiden Kiefern resultiert.

Unserer Darstellung der Verkalkung und der Verschmelzungsprozesse an den Zähnen während der intrauterinen (und extrauterinen) Entwicklungsperiode des Rindes ist zu entnehmen, dass die komplex gebauten Prämolaren und Molaren des Rindes nicht durch die Verwachsung mehrerer einfacher, kegelförmiger Zähne zu einem komplizierten, hochdifferenzierten Zahngebilde zustandekommen, oder durch weitere Differenzierungsvorgänge eines auf dem Wege der Konkreszenz gebildeten Grundtypus (trituberkulärer Typus, KÜKENTHAL), sondern nur durch eine Verschmelzung sekundärer Teilanlagen einer primär einheitlichen Anlage.

Die vorliegenden Untersuchungen dürften eine als Lücke empfundene Stelle in der Entwicklungsgeschichte des Zahnes bei den Säugern, zunächst wenigstens beim Rind, ausfüllen, zumal der Kampf zwischen den Angehörigen der verschiedenen Theorien über die Zahnogenese weiter besteht. Dabei ist dem Appell AHRENS' Rechnung getragen worden: «Wichtiger wäre es zu konstatieren, wie die scheinbar verschmolzenen Papillen eigentlich zustande gekommen sind. Mit anderen Worten: ROESE hätte versuchen müssen, bei einem jüngeren Stadium den Vorgang der Verschmelzung mehrerer Papillen nachzuweisen. Dies hat er jedoch unterlassen und sich mit einem Stadium begnügt, bei dem die Verschmelzung der Papille scheinbar schon vollzogen war. Schon aus diesem Grunde ist die Beweisführung ROESE's ungenügend».

Die Ergebnisse, die wir auf Grund unserer röntgenologischen Untersuchungen an Hand einer lückenlosen Materialserie am Kiefer des Rindes in bezug auf die in den Zahnreihen sich zeigenden Verschmelzungen gewinnen konnten, lassen beim Rind eine Verschmelzung in der Richtung der einzelnen Zahnreihen erkennen, so dass die Annahme, «dass nicht nur Verschmelzungen in einer Reihe, sondern auch von zwei Dentitionen (bukko-labial) stattgefunden haben» (KÜKENTHAL, SCHWALBE, BOLK), im speziellen Fall keine Gültigkeit hat.

HOFFMANN (1894) konnte sich damals in seiner Arbeit nicht zur Verschmelzungstheorie bekennen. Auf alle Fälle fehlen ihm die Unterlagen, um den Nachweis zu erbringen, «dass die Molaren in ihrer ersten Anlage aus mehreren getrennten, je einem kegelförmigen Reptilienzahn entsprechenden Papillen bestehen», ein Postulat, das allerdings KÜKENTHAL, wie er selber sagt, nie gestellt hat. Dass es zu damaliger Zeit und mit den damaligen technischen Hilfsmethoden der Untersuchung HOFFMANN nicht gelang, den Modus der Entwicklung an den Zähnen seiner untersuchten Wiederkäufer richtig zu übersehen, erscheint angesichts der grossen Kompliziertheit der Objekte nicht verwunderlich.

BOLK (1913) nimmt Verschmelzungsprozesse nur in transversaler Richtung, nicht in longitudinaler an und sucht das Säugetiergebiss mit dem rezenter Reptilien in eigenartiger Weise zu verknüpfen.

Wir glauben uns nicht für befugt, auf Grund einer einzigen, nur am Vertreter einer bestimmten sekundär in der Gebissorganisation angepassten Gruppe der Huftiere zu beurteilen, inwieweit die BOLK'sche Theorie auf andere Repräsentanten der Mammalia anwendbar sind.

Es wäre ein aussichtsloses Beginnen, über eine Sache eine Diskussion zu eröffnen, die zwischen den Endfeilern eines zwar konstruktiv plan- und sinnmässig errichteten, aber noch nicht in allen

Teilen ausgebauten und tragsicheren Brückenbogens gelegen ist. Mit um so grösserer Sicherheit dürfen wir aber innerhalb des Rahmens unserer Untersuchung, und gerade mit Rücksicht auf unsern Untersuchungsgegenstand feststellen, dass an den Molaren des Rindes fürs erste Verschmelzungen statthaben, fürs zweite in longitudinaler Richtung erfolgen, fürs dritte auf die Anlagen gewisser Prämolaren- und Molarzähne einer Zahnserie (Dentition) beschränkt bleiben. Dass in anderen Abteilungen wieder andere Möglichkeiten bestehen können, soll nicht durch voreiliges Verallgemeinern bestritten werden. Doch für das Rind gilt der Satz, intra-, nicht inter-dentäre Konkreszenz, interpapilläre Verschmelzung im Hinblick auf die Sekundärpapillen, intrapapilläre Verschmelzung, im Hinblick auf die Grund- bzw. Stammpapillen der Zahnanlagen für komplex gebaute Prämolaren- und Molarzähne.

Die alte, im Gegensatz zur neuen Konkreszenzhypothese (nach AICHEL, 1917), die ontogenetisch nachweisbare Konkreszenz annahm, sagt aus, dass der Molar der Säuger in einer gewissen Zeit der Entwicklung, entsprechend der Anzahl seiner späteren Höcker, aus der gleichen Anzahl kegelförmiger Einzelzähne bestehe. Die Hypothese in dieser Form wäre für den Rinderbackzahn als zu Recht bestehend zu erklären, wenn unter dem Einzelzahn der als Filiarpapille einer Stammpapille sich herausentwickelnde Herd einer Zahnanlage verstanden ist.

ADLOFF (1916) hebt hervor, dass das Milchgebiss besonders zur Verschmelzung in longitudinaler Richtung neigt; er sagt, «sollte hier nicht eine Reminiscenz vorliegen an frühere Ereignisse der Stammesgeschichte?»

AHRENS' (1913) Arbeit enthält keine Anhaltspunkte, die als Stützen der Konkreszenztheorie zu interpretieren wären. Seine Beobachtungen lassen das Schmelzorgan der dem Wechsel unterworfenen und nicht unterworfenen Milchzähne sowie der definitiven Ersatzzähne aus gleichsam selbständigen, unverkoppelten Zahnkeimen hervorgehen.

**b) Die am extraurterinen Kiefermaterial auftretenden Hartanlagen  
(die Hartanlagen des Milchgebisses: Etappen 14'—18, und des Definitivgebisses:  
Etappen 19—24)**

**Etappe 14'**

Hierher die Fälle:

**Kalb Nr. 183**

Geschlecht: —

Schätzungsweise Alter: ca. 14 Tage.

Abbildung: Textfigurentafel 8, Fig. 25.

**Kalb Nr. 170**

Geschlecht: weiblich.

Schätzungsweise Alter: ca. 4 Wochen.

Abbildung: Taf. III, Fig. 4.

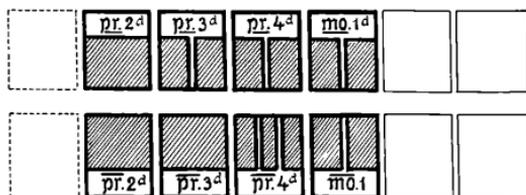
Den Entwicklungszustand im Gebiss illustriert folgendes Schema:

Sämtliche Zähne des Gebisses sind Milchzähne. Als bereits am Ende der intrauterinen Periode vorhandene Anlagen treten auf:

Im Oberkiefer die Prämolaren  $\overline{pr.2^d}$ ,  $\overline{pr.3^d}$ ,  $\overline{pr.4^d}$  und der Molar  $\overline{mo.1}$ ; Prämolaren  $\overline{pr.2^d}$  ist ein-, Prämolaren  $\overline{pr.3^d}$ ,  $\overline{pr.4^d}$  und Molar  $\overline{mo.1}$  sind wiederum zweikomponentig;

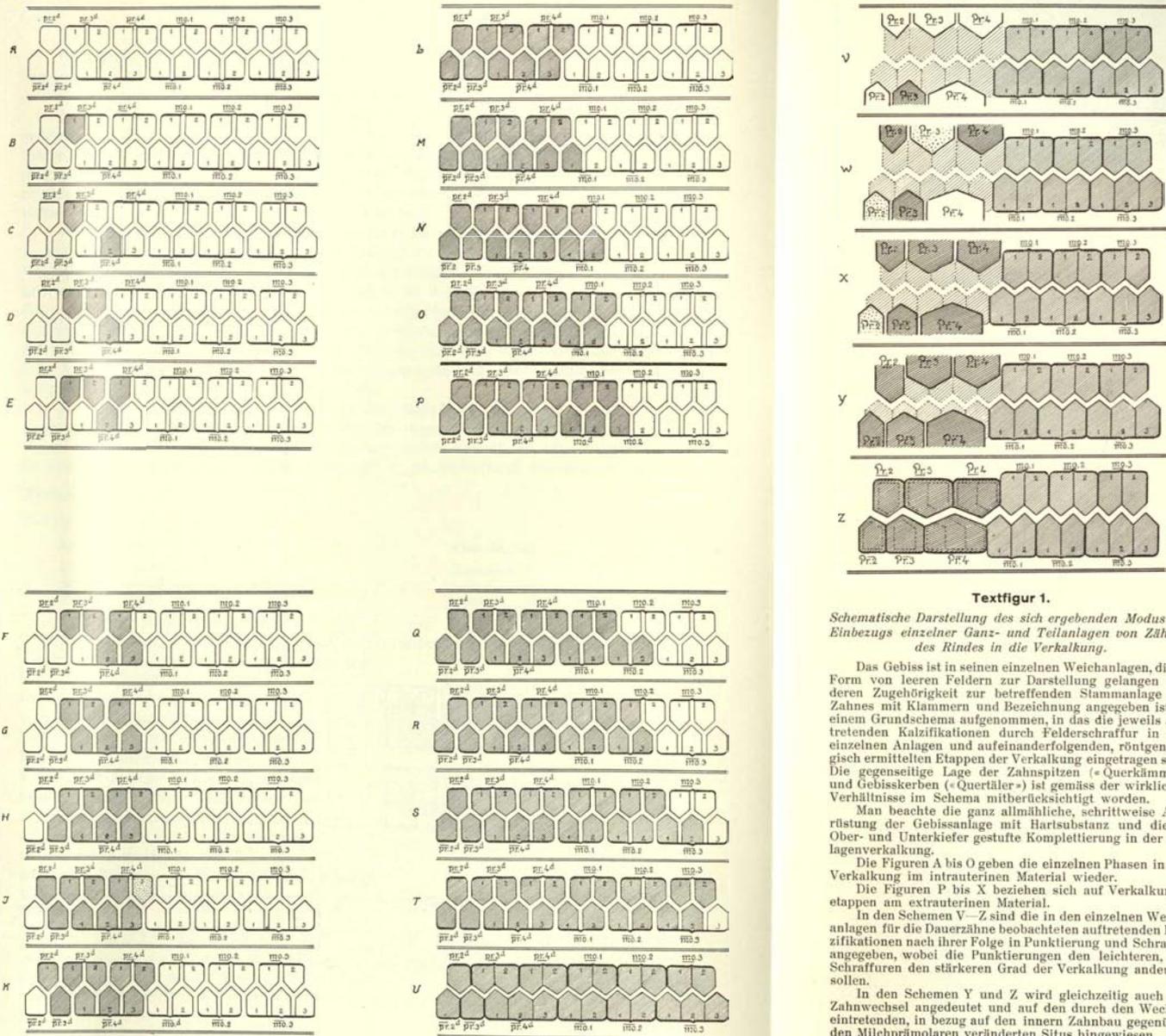
im Unterkiefer gleichfalls die

Prämolaren  $\underline{pr.2^d}$ ,  $\underline{pr.3^d}$  und  $\underline{pr.4^d}$ , ferner Molar  $\underline{mo.1}$ . Prämolaren  $\underline{pr.2^d}$  ist ein-, Prämolaren  $\underline{pr.3^d}$ , Prämolaren  $\underline{pr.4^d}$  und Molar  $\underline{mo.1}$  sind wiederum zweikomponentig.<sup>1</sup>



Bildliche Bestandregistratur ad Kalb Nr. 170.

<sup>1</sup> SCHWARZ, J. (1912), Beobachtungen über den Durchbruch der Milchprämolaren beim neugeborenen Kalb stimmen gut überein mit der von uns aufgestellten Rangfolge bezüglich Heranziehung der Weichanlagen in den



Textfigur 1.

Schematische Darstellung des sich ergebenden Modus des Einbezugs einzelner Ganz- und Teilanlagen von Zähnen des Rindes in die Verkalzung.

Das Gebiss ist in seinen einzelnen Weichanlagen, die in Form von leeren Feldern zur Darstellung gelangen und deren Zugehörigkeit zur betreffenden Stammanlage des Zahnes mit Klammern und Bezeichnung angegeben ist, in einem Grundschema aufgenommen, in das die jeweils auftretenden Kalzifikationen durch Felderschraffur in die einzelnen Anlagen und aufeinanderfolgenden, röntgenologisch ermittelten Etappen der Verkalzung eingetragen sind. Die gegenseitige Lage der Zahnspitzen (= Querkämme+) und Gebisskerben (= Quertäler-) ist gemäss der wirklichen Verhältnisse im Schema mitberücksichtigt worden.

Man beachte die ganz allmähliche, schrittweise Ausüstung der Gebissanlage mit Hartsubstanz und die in Ober- und Unterkiefer gestufte Komplettierung in der Anlagenverkalzung.

Die Figuren A bis O geben die einzelnen Phasen in der Verkalzung im intrauterinen Material wieder.

Die Figuren P bis X beziehen sich auf Verkalzungs-etappen am extrauterinen Material.

In den Schemen V—Z sind die in den einzelnen Weichanlagen für die Dauerzähne beobachteten auftretenden Kalzifikationen nach ihrer Folge in Punktierung und Schraffur angegeben, wobei die Punktierungen den leichteren, die Schraffuren den stärkeren Grad der Verkalzung andeuten sollen.

In den Schemen Y und Z wird gleichzeitig auch der Zahnwechsel angedeutet und auf den durch den Wechsel eintretenden, in bezug auf den innern Zahnbau gegenüber den Milchprämolaren veränderten Situs hingewiesen.

Gegenüber Rinderfötus Nr. 37 von 81,0 cm Kopfsteisslänge zeigt das Kalb Nr. 183 in bezug auf die Gebissverhältnisse weitgehende Übereinstimmung. Die einzelnen Zähne sind stärker geworden und treten jetzt massiger abgesetzt auf.

Im Oberkiefer zeigt pr. 2<sup>d</sup> bereits eine deutliche Wurzelbildung. Aus dem stumpf abgesetzten basalen Zahnende ist eine Wurzel mit zwei deutlichen Ästen hervorgegangen. Bei Prämolare pr. 3<sup>d</sup> ist die bereits vor der Geburt sichtbare Wurzelanlage zu einer kräftigeren Entwicklung gelangt. Das nämliche ist bei Prämolare pr. 4<sup>d</sup> der Fall. Die Molar-mo. 1-Anlage des Oberkiefers zeigt noch keine Wurzeldifferenzierung, indessen imponieren die in Schmelzfalten gelegten Wandkörper der nunmehr eng zusammengefügt Kronteile.

Im Unterkiefer hat die bei Rind Nr. 37 am Prämolare pr. 2<sup>d</sup> eben sichtbare Wurzelbildung deutliche Gestalt angenommen. Zwei scharf abgegrenzte Wurzeläste gehen vom Zahnkörper ab. Das nämliche ist der Fall bei Prämolare pr. 3<sup>d</sup>, dessen einzelne Wurzeln länger geworden sind. Ein interessantes Verhalten zeigt im Unterkiefer der vierte Prämolare, pr. 4<sup>d</sup>. Aus den ursprünglich in Form dreier selbständig verhärtender Anlagen auftretenden Zahnkomponenten hat sich ein vollkommen einheitlicher Zahn gebildet, mit einem vorderen, mittleren und hinteren Zahnwurzelast. Auch die Komponenten 1 und 2 des ersten Molaren lassen in ihren Hartanteilen eine einheitliche Anlage erkennen, der freilich ein Wurzelansatz noch fehlt. Die Zunahme an Hartschubstanz entspricht der raschen Entwicklung des Zahnes.

Es besteht nach wie vor Gleichheit in der Verkalkung der einzelnen Zähne und ihrer Komponenten an Ober- und Unterkiefer. Der Queramm der ersten Komponente des ersten Molaren am Oberkiefer stösst noch nicht in ein nach hinten verkalkendes Quertal am Unterkiefer, da Komponente 1 am zweiten Molare noch nicht in die Verkalkung übergetreten ist.

**Etappe 15**

Hierher die Fälle:

**Kalb Nr. 180**

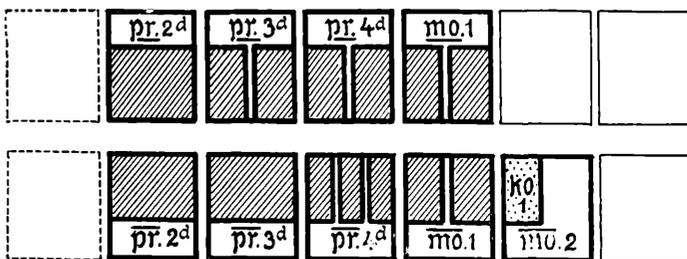
Geschlecht: weiblich.  
 Schätzungsweise Alter: etwas älter als Kalb Nr. 183.  
 Abbildung: Textfigurentafel 8, Fig. 26.

**Kalb Nr. 188**

Geschlecht: —  
 Schätzungsweise Alter: ca. 1 1/2 Monate.  
 Abbildung: Taf. IV, Fig. 1 u. 2.

Der Stand der Zahnentwicklung und der Fortschritt im Hinzutreten neuer Anlagen wird durch das nebenstehende Schema demonstriert:

Den Fortschritt der sukzessiven Einbeziehung neuer Anlagen in den bereits vorhandenen Zahnbestand zeigt der Unterkiefer, in welchem sich eine Zahnspitze aus Hartschubstanz über dem Grunde der der Molar-mo. 2-Anlage zufallenden Alveole zeigt. Es betrifft diese Verkalkung die vordere Komponente des zweiten Backenzahnes, mo. 2, die sich an der Kompletierung des Quertales für den Zahnamm am ersten Molare mo. 1 des Oberkiefers beteiligt.



Bildliche Bestandregistratur ad Kalb Nr. 188.

Verhärtungsprozess, indem im Oberkiefer er den pr. 3<sup>d</sup> zuerst durchbrechen, im Unterkiefer den pr. 4<sup>d</sup> zuerst durchstossen sieht:

« Was nun die einzelnen Zähne selbst anbelangt, so konnte im Oberkiefer fast regelmässig (in 95 %) beim neugeborenen Kalb der mittlere Backenzahn («P2» = unser pr. 3<sup>d</sup>) am Durchbruch festgestellt werden, nach diesem «P1» (= unser pr. 4<sup>d</sup>). » « Im Gegensatz zu «P3» (pr. 2<sup>d</sup>), der konstant bei allen neugeborenen Kälbern im Unterkiefer in seinem Erscheinen fehlt, « habe ich im Unterkiefer P1 (pr. 4<sup>d</sup>), also den letzten Milchbackenzahn, fast regelmässig bei der Geburt, in den ersten 24 Stunden vorgefunden. »

**Etappe 16**

Hierher die Fälle:

**Kalb Nr. 182**

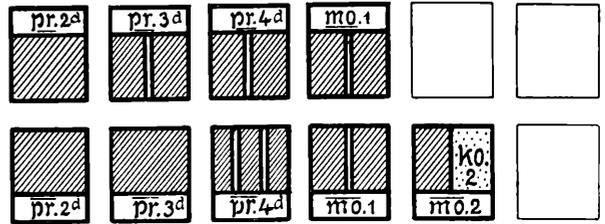
Geschlecht: männlich.  
 Schätzungsweise Alter: ca. 2 1/2 Monate.  
 Abbildung: Textfigurentafel 8, Fig. 27.

**Kalb Nr. 172**

Geschlecht: weiblich.  
 Schätzungsweise Alter: 3 Monate.  
 Abbildung: Taf. IV, Fig. 3 u. 4.

Das nebenstehende Schema diene zur Orientierung über den Verkalkungsfortschritt in der vorliegenden Etappe.

Im Oberkiefer ergibt die Untersuchung in bezug auf die Verkalkung von Einzelanlagen und Zahnteilen keine namhaften Unterschiede. Die Prämolaren und der erste Molar sind in ihrer Ausbildung kräftiger geworden. Die Zunahme an Hartschubstanz ist im Röntgenbild unverkennbar.



Bildliche Bestandregistratur ad Kalb Nr. 172.

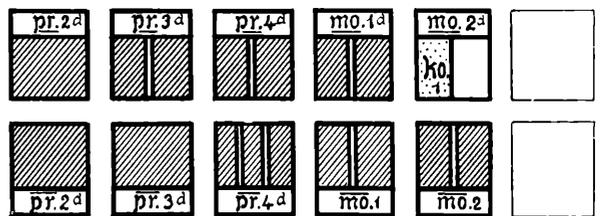
Das nämliche ist zu sagen in bezug auf den Unterkiefer. Hier tritt aber zu der ersten Komponente des Molars mo. 2 Komponente 2 in verhärtetem Zustand. Die Entwicklung des zweiten Molars folgt dem nämlichen Modus der Zahnentwicklung, der dem ersten Molaren im Ober- und Unterkiefer eigen ist: zwei Einzelkomponenten beteiligen sich am Aufbau des Backenzahnes, deren Verschmelzung der entwicklungs geschichtlichen Einheitlichkeit der Anlage entspricht.

**Etappe 17**

Hierher der Fall:

**Kalb Nr. 176**

Geschlecht: weiblich.  
 Mutmassliches Alter: ca. 3 Monate.  
 Abbildung: Textfigurentafel 8, Fig. 28, und Taf. IV, Fig. 5.



Bildliche Bestandregistratur ad Kalb Nr. 176.

Das beistehende Schema gibt über den Stand der Besetzung mit Hartteilen am Kiefer Aufschluss.

Das Stadium zeigt im Prämolaren- und Molargebiss des Ober- und Unterkiefers wenig augenfällige Veränderungen, die im Sinn einer fortschreitenden Entwicklung zu deuten sind.

Einzig im Oberkiefer erfährt die Molardifferenzierung eine Komplettierung; es tritt an der Zahnanlage des Molars mo. 2 eine Verhärtung ein, wobei die erste Komponente in Hartteilen abgesetzt wird.

Der Unterkiefer weist in bezug auf die Verkalkung entsprechende Verhältnisse auf, wie sie für die Kälber Nr. 182 und Nr. 172 festgestellt worden sind.

Dem Querkamm an der Oberkiefermolar-Komp. 1 des Molars mo. 2 wird durch die Verkalkung der Komp. 1 des Molars mo. 2 ein Harttal in der Anlage zur Verfügung gestellt.

**Etappe 18**

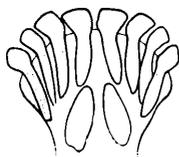
Hierher der Fall:

**Rind Nr. 407**

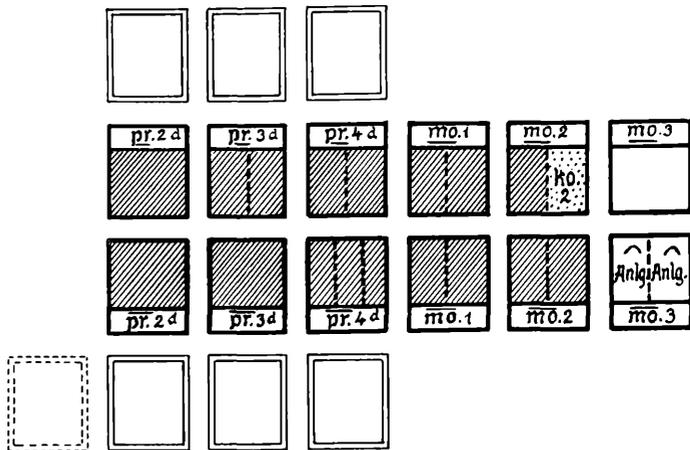
Geschlecht: männlich.

Alter: ca. 6 Monate.

Abbildung: Taf. V, Fig. 1 und 2.



Schneidezahngebiss, Rind Nr. 407  
(nach röntgenologischer Aufnahme).



Bildliche Bestandregistratur ad Rind Nr. 407  
(Prämolar- und Molargebiss).

Dem Altersunterschied gegenüber Kalb Nr. 176 (Textfigurentafel 8, Fig. 28) entsprechend, ergeben die Zahnverhältnisse bei unserem jungen Rind eine fortgeschrittene Entwicklung im Prämolar- und Molargebiss.

Da uns die Verhältnisse im Schneidezahngebiss von nun an eine gewisse Kontrolle in den Angaben des Alters <sup>1</sup> für das jeweilige Tier möglich machen, geben wir von nun an in Form einer Umrissfigur neben dem Schema für die Verkalkung der Prämolar- und Molarzähne den Stand der Schneidezähne am Unterkiefer an.

Sämtliche Schneidezähne sind noch Milchzähne. Das Röntgenbild zeigt die Ersatzanlagen für die sogenannten Zangen.

Von den Backenzähnen sind als bereits früher aufgetretene Anlagen feststellbar:

Im Oberkiefer Prämolar pr.2<sup>d</sup>, sodann Prämolar pr.3<sup>d</sup> und pr.4<sup>d</sup> und Molar mo.1, links und rechts in je zwei verhärteten Komponenten; Molar mo.2 in der vordern 1. Komponente.

Im Unterkiefer: Prämolar pr.2<sup>d</sup> und Prämolar pr.3<sup>d</sup>, ferner Prämolar pr.4<sup>d</sup> in drei Komponenten; die Molaren mo.1 und mo.2 in je zwei Komponenten.

Als Neuanlagen sind hinzugegetreten:

Im Oberkiefer: zu Molar mo.2 die zweite Komponente (in Form eines Weichteilschattens eine erste Anlage des Molar mo.3).

Im Unterkiefer: eine Anlage für den Molar mo.3, dessen beide Komponenten in ihren verhärteten distalen Partien eben wahrnehmbar sind.

Im Oberkiefer: sind die Doppelbildungen an den Prämolaren pr.3<sup>d</sup> und pr.4<sup>d</sup> kräftiger geworden. Die Molar-mo.1-Anlage tritt nunmehr als starke, geschlossene, mit deutlichen Wurzelästen versehene Zahnbildung in Erscheinung. Die Molar mo.2-Anlage erscheint ebenfalls als einheitliche Bildung, indem, wie bereits erwähnt, zur ersten die zweite Komponente hinzugegetreten ist. Die labiale (bukkale), doppelte, stark gefaltete Wand des Zahnes deutet

<sup>1</sup> Einschlägige Literatur über den Zahnwechsel im Gebiet der Schneidezähne, auf die auch SCHÖNBERG (1928) hingewiesen hat, und die wir an dieser Stelle empfehlen möchten, ist in nachstehenden Arbeiten enthalten. Genauere umfassendere Arbeiten über den Zahnwechsel:

CORNEVIN u. LESBRE, Traite de l'âge des animaux domestiques. Paris, 1894.

KROON, H. M., Die Lehre der Altersbestimmung bei den Haustieren. Hannover, 1916.

PUSCH, Beurteilung des Rindes. 2. Auflage Berlin, 1910.

VAN DER PLANK, G. M. u. a., Altersbestimmung beim Rind. — Tijdschr. v. Diegerneesk. Bd. 49, S. 816, 1922.

auf die ursprüngliche Auflappung der einheitlichen Anlage hin. Die Zahnanlage zeigt noch keine Wurzelansätze.

Im Unterkiefer sind die Prämolaren und Molaren ebenfalls kräftiger geworden. Wirkt sich bei den Prämolaren die fortschrittliche Entwicklung in der Ausbildung langer Wurzeln aus, so kommt die Massenzunahme bei den Molaren vor allem im Kronteil der Zähne zum Ausdruck. Molar  $\overline{mo.1}$  weist nunmehr kräftige Wurzeläste auf. Molar  $\overline{mo.2}$  hat sich zu einem einheitlichen starken Zahn differenziert. Die beiden Anlagen der ihn zusammensetzenden Komponenten zeigen ein deutliches Längenwachstum. Zu einem Wurzelansatz am Zahn ist es noch nicht gekommen. Die neuen hinzugetretenen Anlagen für den dritten Molarzahn, Komponenten 1 und 2, treten in einem umgrenzten Weichteilgebiet auf.

**Etappe 19**

Hierher die Fälle:

**Rind Nr. 408**

Geschlecht: männlich.  
 Alter: älter als Rind Nr. 407 (ca. 6 Monate) und jünger als Rind Nr. 410 (9 Monate).  
 Abbildung: Textfigurentafel 9, Fig. 29.

**Rind Nr. 409**

Geschlecht: männlich.  
 Alter: älter als Rind Nr. 407 und Rind Nr. 408 und jünger als Rind Nr. 410: ca. 10 Monate.  
 Abbildung: Taf. V, Fig. 3 und 4.

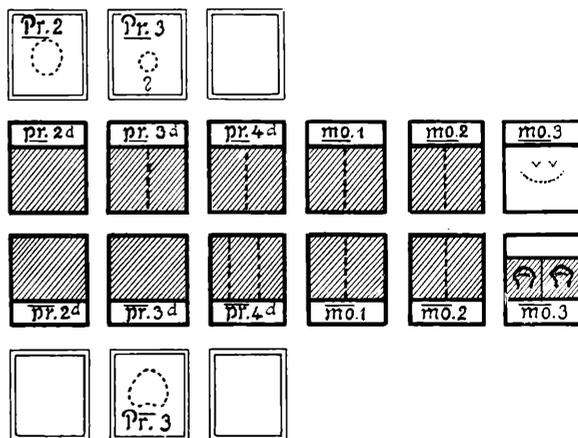
**Rind Nr. 410**

Geschlecht: männlich.  
 Alter: 9 Monate.  
 Abbildung: Textfigurentafel 9, Fig. 30.

Das Alter der hier angeführten Tiere liegt zwischen 6 und 10 Monaten. Der Stand der Gebissentwicklung wird durch nachstehendes Schema illustriert.



Schneidezahngebiss, Rind Nr. 408 (nach röntgenologischer Aufnahme).



Bildliche Bestandregistratur ad Rind Nr. 408. (Prämolar- und Molargebiss).

Das Schneidezahngebiss enthält ausnahmslos Milchzähne.

Im Schema und in der nachstehenden Beschreibung seien speziell die für das Rind Nr. 408 (Textfigurentafel 9, Fig. 29) geltenden Verhältnisse wiedergegeben.

In bezug auf die im vorigen bereits festgestellten Anlagen zeigen sich etwelche Fortschritte in der Vervollständigung der Molar  $\overline{mo.2}$ -Anlage im Oberkiefer, im Unterkiefer im stärkeren Auswachsen der Anlage für den hinteren Backenzahn, wo die beiden separat verkalkenden Anlagen der Komponenten 1 und 2 an Grösse zunehmen.

Zum erstenmal treten im Röntgenbild in dieser Etappe im Gebiss Anlagen von Zähnen auf, die nicht mehr der Milchdentition zugewiesen werden können, sondern die bereits der zweiten Dentition, der Generation der Dauerprämolaren, angehören.

Im Oberkiefer zeigt eine am Knochengewebe des von den Wurzelästen des Milchprämolaren  $\underline{\text{pr. 2}}^d$  umfassten Hartsockels auftretende Auflockerung den Beginn der Entwicklung des zunächst noch weich angelegten, definitiven zweiten Prämolars,  $\underline{\text{Pr. 2}}$  an.

Im Unterkiefer zeigt das Auftreten eines Weichteilschattens, die Entwicklung einer Anlage für den unter dem Milchzahn  $\underline{\text{pr. 3}}^d$  auftretenden Dauerzahn  $\underline{\text{Pr. 3}}$ .

### *Etappe 20*

Hierher der Fall:

#### **Rind Nr. 391**

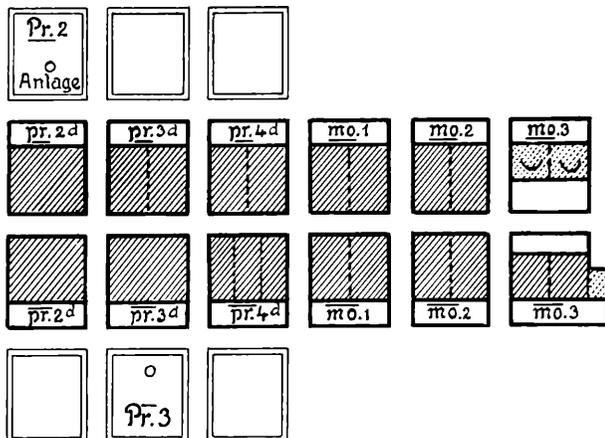
Geschlecht: weiblich.

Alter: 1 jährig.

Abbildung: Textfigurentafel 10, Fig. 29a



Schneidezahngebiss, Rind Nr. 391  
(nach röntgenologischer Aufnahme).



Bildliche Bestandregistratur ad Rind Nr. 391  
(Prämolar- und Molargebiss).

Die Verhältnisse im Schneidezahngebiss, im prämolaren und molaren Milch- und Dauergebiss werden durch obenstehendes Schema veranschaulicht.

Die Schneidezähne sind sämtliche Milchzähne. Als Anlagen für die Ersatzzähne sind die beiden Zangen auf dem Film wiederum wahrzunehmen. Als bereits im vorigen vorhandene Anlagen sind festzustellen:

Im Milchgebiss des Oberkiefers:  $\underline{\text{pr. 2}}^d$ ,  $\underline{\text{pr. 3}}^d$ ,  $\underline{\text{pr. 4}}^d$ ;  $\underline{\text{mo. 1}}$  und  $\underline{\text{mo. 2}}$ .

Im Milchgebiss des Unterkiefers:  $\underline{\text{pr. 2}}^d$ ,  $\underline{\text{pr. 3}}^d$  und  $\underline{\text{pr. 4}}^d$ ;  $\underline{\text{mo. 1}}$ ,  $\underline{\text{mo. 2}}$  und  $\underline{\text{mo. 3}}$ .

Als Neuanlagen innerhalb der Milchdentition treten auf:

Im Oberkiefer verkalkte Anlagen (Komponente 1 und 2) für den dritten Molaren.

Die Molar- $\underline{\text{mo. 2}}$ -Anlage ist gegenüber dem Vorstadium etwas vollständiger entwickelt.

Im Unterkiefer erscheint neben den bereits verkalkten Komponenten 1 und 2 im Molar  $\underline{\text{mo. 3}}$  noch eine weitere, mehr dem Kieferwinkel zu gelegene Zahnkomponente (ko. 3), die sich als verkalkter Stützpfiler den bereits früher angelegten Teilen (Komponente 1 und 2) des Zahnes beigesellt. Molar  $\underline{\text{mo. 2}}$  ist im Begriff, seine Wurzelansätze kalkig anzulegen.

Im Dauergebiss haben sich die Verhältnisse kaum geändert. Im Oberkiefer ist eine kleine Anlage für den Prämolaren  $\underline{\text{Pr. 2}}$ , im Unterkiefer eine solche für den Prämolaren  $\underline{\text{Pr. 3}}$  aufzufinden.

Durch das Auftreten einer dritten, ebenfalls verkalkenden Komponente am  $\underline{\text{mo. 3}}$  des Unterkiefers wird dafür Sorge getragen, dass sämtliche Querkämme an den Oberkieferzähnen, speziell diejenigen des  $\underline{\text{mo. 3}}$  am Oberkiefer, ein entsprechendes Quertal am Unterkiefer zugewiesen bekommen.

An das eben beschriebene Stadium schliessen sich unmittelbar die Gebisse folgender Tiere an:

**Rind Nr. 400**, Rind Nr. 453, Rind Nr. 390, Rind Nr. 389 und Rind Nr. 398,

deren Gebisse in ihrer Entwicklung ziemlich übereinstimmend vorangeschritten sind.

Das Alter dieser Tiere bewegt sich in der Zeitspanne von 1—1½ Jahren.

Wir haben uns auf die bildliche Wiedergabe eines einzigen Falles beschränkt, nämlich auf die bildliche Darstellung des Gebisses von

**Rind Nr. 389.**

Geschlecht: weiblich.

Alter: 1 Jahr 5 Monate.

Abbildung: Textfigurentafel 10, Fig. 30a.

Abgesehen von einer sukzessiv vollständigeren Entwicklung der Einzelanlagen und dem Fortschritt in der Wurzel Ausbildung bei den Molaren, sind wesentliche Differenzierungsunterschiede im Gebiss dieses Tieres nicht zu verzeichnen.

**Etappe 21**

Hierher der Fall:

**Rind Nr. 401.**

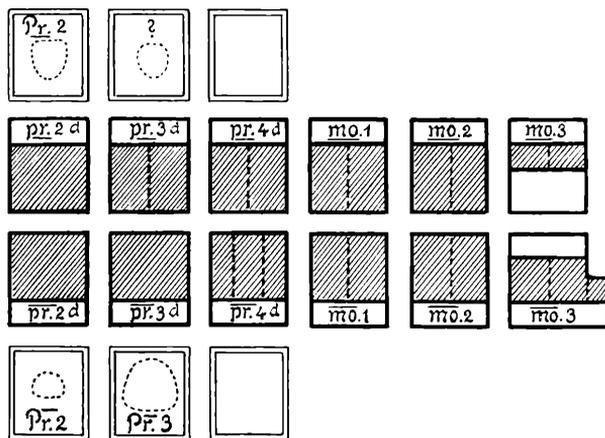
Geschlecht: —

Alter: angeblich 1 Jahr, 3 Monate.

Abbildung: Textfigurentafel 10, Fig. 31.



Schneidezahngebiss, Rind Nr. 401  
(nach röntgenologischer Aufnahme).



Bildliche Bestandregistratur ad Rind Nr. 401  
(Prämolar- und Molargebiss).

Die bei Rind Nr. 401 vorliegenden Verhältnisse im Schneidezahn- und Backenzahngebiss werden durch obenstehendes Schema zur Veranschaulichung gebracht.

In bezug auf die erste Dentition zeigt der Zahnbesatz im Ober- und Unterkiefer keine besonders zu erwähnenden Fortschritte bezw. Abweichungen zum vorigen Fall.

In Ober- und Unterkiefer sind sämtliche Prämolar- und Molarzähne angelegt, erstere bereits stark den Einflüssen der Abnützung unterstellt.

Die Molaren sind dagegen noch im Wachstum und im Stadium der fortschreitenden Wurzel Ausbildung.

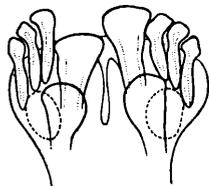
Die Anlagen der zweiten Dentition (der definitiven Prämolaren) treten in Ober- und Unterkiefer unter den Wurzelbögen der alten Vorderbackenzähne grösstenteils mit unverkennbarer Deutlichkeit in Erscheinung. Im Ober- und Unterkiefer sind es die Dauerprämolaren Pr. 2 und Pr. 3, von denen im Oberkiefer sicher bereits Prämolar Pr. 2, im Unterkiefer Pr. 3 im vorigen Fall als Anlagen nachgewiesen werden konnten. Die Untersuchung lässt keinen Zweifel darüber bestehen, dass diese Anlagen einheitlicher Natur und dass sie nicht aus zwei oder mehreren Komponenten aufgebaut sind. Die erwähnten Zahnanlagen, die der Dauerdentition angehören und zu denen noch die Anlage für den Prämolar Pr. 2 im Unterkiefer tritt, gehen aus einheitlichen Anlagen hervor und unterziehen sich auch in ganzer Anlage einheitlich dem Prozess der Verhärtung. Sie verkalken also gleich wie Prämolar pr. 2<sup>d</sup> der Milchdentition im Oberkiefer und die Prämolaren pr. 2<sup>d</sup> und pr. 3<sup>d</sup> der Milchdentition im Unterkiefer.

**Etappe 22**

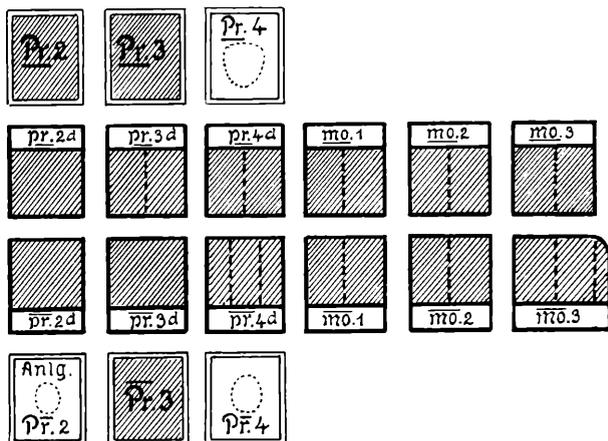
Hierher der Fall:

**Rind Nr. 392**

Geschlecht: männlich.  
 Alter: angeblich 1 Jahr, 6 Monate.  
 Abbildung: Textfigurentafel 11, Fig. 32,  
 ferner Taf. VI, Fig. 1 und 2.



Schneidezahngebiss, Rind Nr. 392  
 (nach röntgenologischer Aufnahme).



Bildliche Bestandregistratur ad Rind Nr. 392  
 (Prämolar- und Molargebiss).

Zur Orientierung über Zahnbestand im Schneidezahn- und Backenzahngebiss diene obstehendes Schema.

Das Schneidezahngebiss zeigt das Verschwinden der beiden laktealen Zangenzähne, die durch Dauerzähne ersetzt worden sind. Der rechte (eigentlich linke) definitive Zangenzahn erreicht bereits in seinem Vorstoss den Rand der auf dieser Seite noch nicht ersetzten Milchschneidezähne. Der linke (eigentlich rechte) definitive Zangenzahn ist noch nicht so weit vorgestossen. Er überragt kaum mit seinem freien Kronrand die Oberfläche der Kieferschleimhaut. Ausser den beiden definitiven Zangen sind die Anlagen für den innern und äussern definitiven Mittelmilchschneidezahn links und rechts zu sehen, sie liegen aber noch proximal von den Wurzeln der Milchzähne.

Bei den Prämolaren der ersten Dentition macht sich die Abnützung der Zähne durch Kleinerwerden der Zahnkörper und durch Wurzelreduktion geltend. Die einzelnen Wurzeln werden dünner und länger. Sie weichen immer mehr auseinander und bilden so gleichsam die Gewölbbestreben für die Aufnahme der zwischen ihnen sich entwickelnden Prämolaren der zweiten Dentition.

Bei den Molarzähnen, in Sonderheit am Molar mo. 3 des Ober- und Unterkiefers, setzt ein namhaftes Auswachsen der Anlagen ein. Immer mehr schreitet der Erhärtungsprozess an den Zahnbildungen fort und schliesst an der Basis der Anlagen durch die Ablagerung neuer Hartsubstanzen weitere Teile von Weichanlagen ein.

Rind Nr. 392 zeigt (wie übrigens noch andere in die Untersuchung einbezogene Fälle) die weiteren Fortschritte in der Gebissentwicklung in der Komplettierung des prämolaren Definitivgebisses durch das Auftreten einer Prämolar Pr. 4-Anlage in Ober- und Unterkiefer an (Pr. 4, Pr. 4).

Aus Pr. 2, Pr. 3 und Pr. 4 am Oberkiefer sind drei starke Zahnanlagen hervorgegangen, die nunmehr, ziemlich gleichmässig ausgebildet, die Ersatz- oder Dauerzähne für den Milchprämolaren darstellen.

Die Anlage, welche am weitesten in der Entwicklung fortgeschritten ist, bezieht sich auf den Prämolar Pr. 2, diejenige, welche am rückständigsten ist, auf den Pr. 4.

Im Unterkiefer tritt am Prämolar Pr. 2, Pr. 3 und Pr. 4 gleichfalls immer augenscheinlicher der Zahncharakter hervor, namentlich bei dem in der Entwicklung der Nachbarn voraus-eilenden Prämolar Pr. 3. Der definitive Prämolar Pr. 2 im Unterkiefer ist seinem benachbarten Partner Prämolar Pr. 3 gegenüber in der Entwicklung noch ziemlich weit im Rückstand. So

zeigt z. B. diese Anlage die Differenzierung einer Wurzelbildung noch nicht, während ein deutlicher Ansatz zur Wurzelbildung bereits beim definitiven  $\overline{\text{Pr.3}}$  nachzuweisen ist. Auch der definitive  $\overline{\text{Pr.4}}$  weist ebenfalls Wurzelanlagen auf.

Folgende, hierorts nicht weiter in bildlichen Belegen berücksichtigte Fälle stellen sich unmittelbar vor den im obigen behandelten Fall und veranschaulichen die zwischen Rind Nr. 401 und Rind Nr. 392 liegenden Übergangsstadien:

- Rind Nr. 447, männlich, angeblich 1 Jahr, 6 Monate,
- Rind Nr. 399, weiblich, angeblich 1 Jahr, 5 Monate,
- Rind Nr. 448, männlich, angeblich 1 Jahr, 6 Monate,
- Rind Nr. 454, weiblich, angeblich 1 Jahr, 6 Monate,
- Rind Nr. 446, weiblich, angeblich 1 Jahr, 9 Monate.

Diese Fälle veranschaulichen das allmähliche Auswachsen der Molar 3-Anlage in Ober- und Unterkiefer unter den Milchzähnen und in den Anlagen der definitiven Prämolaren  $\overline{\text{Pr.2}}$ ,  $\overline{\text{Pr.3}}$ ,  $\overline{\text{Pr.4}}$ ;  $\overline{\text{Pr.2}}$ ,  $\overline{\text{Pr.3}}$ ,  $\overline{\text{Pr.4}}$  vor sich gehenden Differenzierungen.

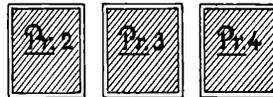
**Etappe 22a**

Wir lassen zur Illustration der Verhältnisse nachstehendes Schema folgen:

Hierher die Fälle:

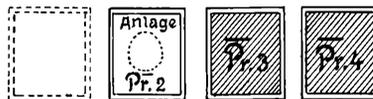
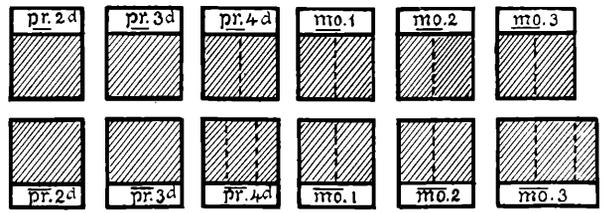
**Rind Nr. 393**

Geschlecht: männlich.  
 Alter: sicher über 1 1/2 Jahre.  
 Abbildung: nicht reproduziert.



**Rind Nr. 388**

Geschlecht: weiblich.  
 Alter: 2 Jahre.  
 Abbildung: Textfigurentafel 12, Fig. 33.



Schneidezahngebiss, Rind Nr. 388  
 (nach röntgenologischer Aufnahme).

Bildliche Bestandregistratur ad Rind Nr. 388  
 (Prämolar- und Molargebiss).

Der wesentliche Unterschied gegenüber dem Vorstadium beruht auf der Ausbildung kräftiger Wurzeln an den Molaren, unter Einbezug des Molars mo. 3 an Ober- und Unterkiefer, der auf dem Vorstadium noch keine Wurzeln ausgebildet hat.

An den Prämolaren der ersten Dentition ist der mit der allgemeinen Abnützung einhergehende Abbau von Zahnschubstanz noch stärker ausgeprägt als im vorigen Fall. Besonders augenfällig ist der Fortgang des weiterschreitenden Abtragungsprozesses an den Wurzelästen zu beobachten.

An den Prämolaren der Dauerdentition fällt gegenüber dem Vorstadium nichts besonderes auf.

Ein Fall mit ganz ähnlichen Verhältnissen im Ober- und Unterkiefer liegt in bezug auf das Prämolaren- und Molargebiet beim Rind Nr. 440 vor.

**Rind Nr. 440**

Geschlecht: männlich.  
 Alter: schätzungsweise 2 Jahre.  
 Abbildung: Taf. VII, Fig. 1.

**Etappe 23**

Hierher der Fall:

**Rind Nr. 397**

Geschlecht: —

Alter: angeblich 1 Jahr, 5 Monate (die Verhältnisse aber sprechen für ein Alter von ca. 2 Jahren).

Abbildung: Textfigurentafel 12, Fig. 34.

Über das Verhalten der Zähne im Prämolaren- und Molaren- sowie im Schneidezahngebiss gibt nebenstehendes Schema Aufschluss.

Das Schneidezahngebiss bietet keinen Anlass zu einer besonderen Erörterung. Die Verhältnisse sind die nämlichen wie im vorigen Fall, d. h. bei Rind Nr. 388.

Der vorliegende Fall gibt Aufschluss über das weitere Schicksal der der ersten Dentition angehörenden Prämolaren. Prämolare 2 der Milchdentition des Oberkiefers (*pr. 2<sup>d</sup>*) ist bereits ausgefallen und durch eine Definitivzahn ersetzt.

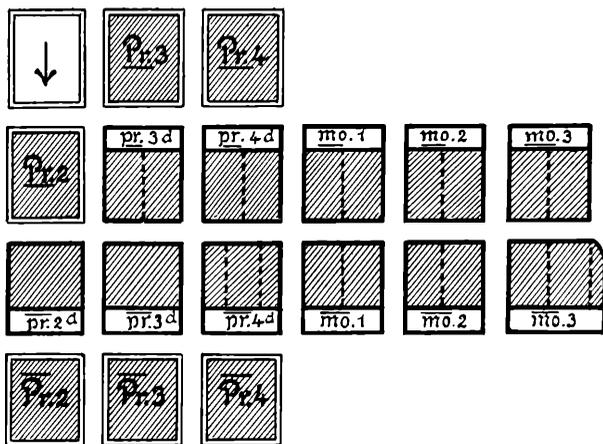
Im linken Unterkiefer liegen entsprechende Verhältnisse vor (vide vorstehende Textfig.).

Der Wechsel<sup>1</sup> beim zweiten Prämolaren hat sich bereits vollzogen, sodass an Stelle von *pr. 2<sup>d</sup>* *Pr. 2*, d. h. der Definitivzahn, getreten ist.

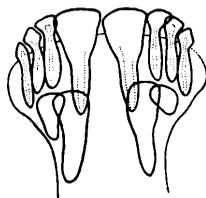
<sup>1</sup> In bezug auf den Zahnwechsel haben wir den Eindruck, dass die zweite Dentition beim Rind eine Erscheinung sekundärer Natur ist und eine weitere Phase der Anpassung des Gebisses an die dem Zahnapparat gestellten Ansprüche dargestellt. Wir halten dafür, dass die Bedeutung der morphologisch von dem Wechsel unterliegenden, abweichenden prämolaren Ersatzzähne nicht in erster Linie darin liegt, der Funktion der Mahltätigkeit zu genügen, sondern darin, dass mit dem Neuaufreten von Zähnen mit besonderer Bauart unter Vereinfachung der Zahnstruktur und Reduktion der Querkämme und Quertäler am Gebiss eine Stabilisierung des Mechanismus bei der Verschiebung des Unterkiefers gegenüber dem Oberkiefer zustande kommt, wobei das Schwergewicht der Funktion (Verkleinerung der Rohfaser) nach wie vor auf dem hintern Abschnitt des Gebisses, den hintern Molaren, ruht. Im übrigen müssen wir, seien wir ehrlich, uns auch heute noch, wenn wir die Literatur über den Zahnwechsel durchgehen, zum Satz von KÜKENTHAL (1891) und SCHLOSSER (1890) (Die Milchbezeichnung der Säugetiere, Biolog. Zentralbl.) bekennen: «Eine befriedigende Erklärung des Zahnwechsels der Säugetiere liegt bis jetzt nicht vor».

Ohne auf die morphologische und phylogenetische Bedeutung der beiden beim Rind auftretenden Dentitionen einzugehen — es würde doch nur auf die Aufstellung blosser Behauptungen hinauskommen, die ebenso gut wieder von anderer Seite und mit demselben Recht widerlegt werden können, wie sie abgegeben werden — müssen wir die dem Wechsel unterworfenen Prämolaren und die nicht wechselnden Molaren zweifelsohne einer und derselben Zahnserie zuzählen, da die genetischen Verhältnisse für beide Gruppen von Repräsentanten die nämlichen sind (unser Milchgebiss entspräche somit LECHE's zweiter Dentition, die gewechselten Prämolaren [Definitivzähne] KÜKENTHAL's dritter Dentition).

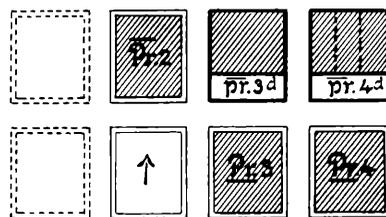
GURLT, E. F. (1856), bezieht sich in seinen Angaben über den Durchbruch und den Wechsel der Zähne beim Rind auf FÜRSTENBERG, welcher angibt, dass der zweite und dritte Mittelbackenzahn des Unterkiefers in der Regel früher vorhanden sind als der erste Backenzahn. Der vierte Backenzahn (unser «*mo. 1*») bricht nach FÜRSTENBERG mit 6 Monaten durch, der fünfte (unser «*mo. 2*») mit 15 Monaten und der sechste Backenzahn (unser «*mo. 3*»)



Bildliche Bestandregistratur ad Rind Nr. 397. (Prämolaren- und Molarengebiss.) Rechter Ober- und Unterkiefer.



Schneidezahngebiss, Rind Nr. 397 (nach röntgenologischer Aufnahme).



Die Verhältnisse des Prämolarengebisses beim Rind Nr. 397 am linken Unterkiefer.

Im rechten Unterkiefer, auf den sich unser erstes Schema bezieht, ist der Wechsel noch nicht eingetreten, und man sieht über dem definitiven Dauerzahn  $\overline{\text{Pr.2}}$  noch den Milchzahn  $\text{pr.2}^d$ . Der definitive  $\overline{\text{Pr.2}}$  zeigt bereits Wurzeln.

Ein ähnliches Stadium der Gebissentwicklung liegt bei Rind Nr. 462 vor.

**Rind Nr. 462**

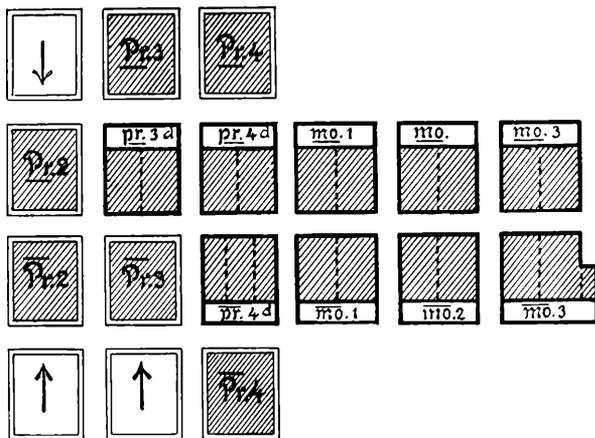
Geschlecht: weiblich.

Alter: --

Aufnahme nicht reproduziert.



Schneidezahngebiss, Rind Nr. 462  
(nach röntgenologischer Aufnahme).



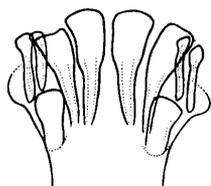
Bildliche Bestandaufnahme ad Rind Nr. 462  
(Prämolar- und Molargebiss).

**Rind Nr. 441**

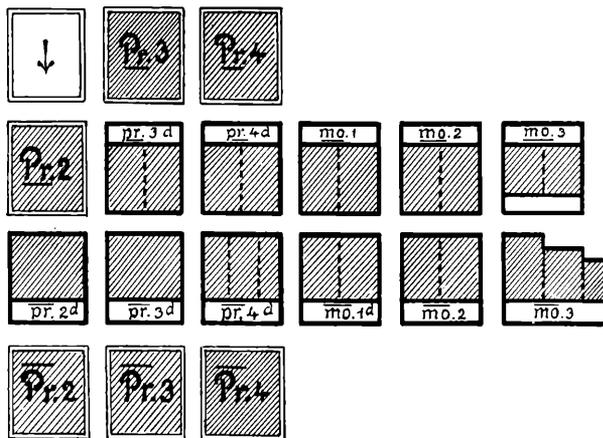
Geschlecht: männlich.

Alter: schätzungsweise 3jährig.

Abbildung: Tafel VI, Fig. 3.



Schneidezahngebiss, Rind Nr. 441  
(nach röntgenologischer Aufnahme).



Bildliche Bestandregistratur ad Rind Nr. 441  
(Prämolar- und Molargebiss).

Wir illustrieren den Fall durch obenstehendes einfaches Schema; eine Textfigur geben wir indessen nicht.

Im Oberkiefer zeigt der Fall ganz entsprechende Verhältnisse wie das Rind Nr. 397.

Im Unterkiefer sind die beiden ersten Milchprämolaren ausgefallen (bei Rind Nr. 397 sind sie im rechten Unterkiefer noch vorhanden, im linken Unterkiefer hat  $\text{pr.2}^d$  bereits Ersatz erhalten, nicht aber  $\text{pr.3}^d$ , der noch anwesend ist) und an ihre Stelle Ersatzzähne getreten.

Den Gebissbestand gibt obiges Schema wieder.

Die Verhältnisse im prämolaren und molaren Gebiss sind insofern abweichend von denen bei Rind Nr. 462 beschriebenen, als, abgesehen von  $\text{pr.4}^d$  des rechten und linken Unterkiefers, mit 2 bis 2<sup>1/2</sup> Jahren. Der erste und zweite Backenzahn wird durch den Definitiv-Prämolar mit 2 Jahren und 6 Monaten, der dritte Backenzahn mit 2 Jahren und 9 Monaten bis 3 Jahren ersetzt (bei welcher Rasse wird nicht gesagt).

wo ebenfalls noch kein Wechsel in den prämolaren Milchzähnen eingetreten ist, auch die Prämolaren  $\overline{pr.2^d}$  und  $\overline{pr.3^d}$  noch bestehen, die dort gewechselt haben.

Im Oberkiefer hat, wie bei Rind Nr. 462,  $\overline{pr.2^d}$  gewechselt und ist durch  $\overline{Pr.2}$  ersetzt worden.

**Rind Nr. 463**

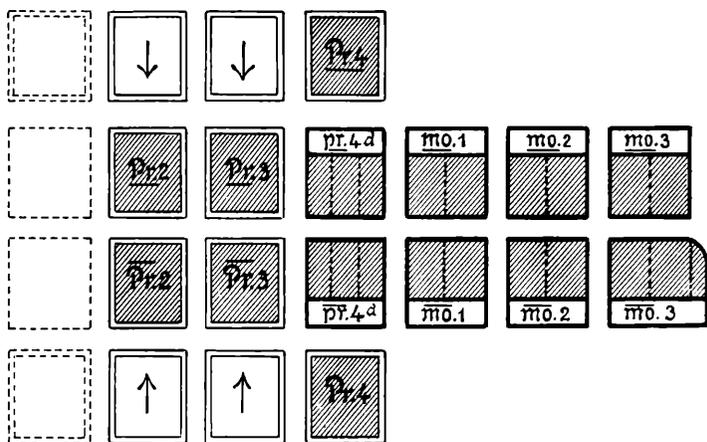
Geschlecht: weiblich.

Alter: angeblich 2 Jahre.

Aufnahme nicht reproduziert.



Schneidezahngewiss, Rind Nr. 463  
(nach röntgenologischer Aufnahme).



Bildliche Bestandregistratur ad Rind Nr. 463  
(Prämolar- und Molargewiss).

Die fehlende Textfigur wird durch das vorangestellte einfache Schema ersetzt.

Im Schneidezahngewiss haben die Zangen und die internen Mittelzähne gewechselt und sind durch Dauerzähne ersetzt worden. Die äusseren Mittelzähne und die Eckzähne sind noch als Milchzähne vorhanden. Die äusseren Mittelzähne sind aber auch als Dauerzähne in den Anlagen unter den Wurzeln der entsprechenden Zahnbildungen des Milchgewisses wahrzunehmen.

Mit Rücksicht auf das prämolare Milchgewiss haben im Oberkiefer die Milchprämolaren  $\overline{pr.2^d}$  und  $\overline{pr.3^d}$  gewechselt, so dass nur noch die Prämolar-4-Anlagen neben den gleichnamigen Dauerzähnen bestehen.

Im Unterkiefer liegen Verhältnisse vor, die sich mit den Verhältnissen bei Rind Nr. 462 am Unterkiefer decken.

Von grosser Bedeutung für den Zahnwechsel ist zweifelsohne der allgemeine Ernährungszustand und sind zweifelsohne eine Reihe von Verumständigungen konstitutioneller, physiologisch-biologischer Art, die auch im allgemeinen Umsatz und Stoffwechsel zum Ausdruck kommen. BEIER, J. (1925), der Zahnbeobachtungen an einer grossen Zahl schlesischer Rinder gleicher Herden angestellt hat, bemerkt, dass «Kümmerringe» im Zahnwechsel zurückgeblieben sind, wobei es sich zumeist um ausgehungerte Tiere oder solche handelte, die durch lange oder schwere Krankheiten gelitten hatten. Der Autor beobachtet die Erscheinung verlangsamten «Zahnens» auch bei einem verkümmerten Zwillingskalb, ferner auch bei einer Zwillingskuh.

GATTINGER, P. (1929), führte bei fünf Höhengschlägen genaue Untersuchungen über den Zahnwechsel durch Messungen der Zahnkronen und durch eine vergleichende Gegenüberstellung der Zahl der Hornringe bei Kälbern und Rindern unter Prüfung der Zuverlässigkeit dieser Mittel für das Alter durch.

Beim Wechsel der Milchprämolaren sollen nach STUHLENMILLER, M. (1931), oft Abänderungen in der Richtung eines verzögerten Eintausches von neuen Zähnen beim Rind vorkommen. Die Milchzähne bleiben, bemerkt der Autor, in mehr oder minder enger Verbindung mit den nachwachsenden Ersatzzähnen und sitzen wie Reiter auf letzteren. STUHLENMILLER schreibt: «Wenn beim Rind genannte Unregelmässigkeiten der Futteraufnahme und des Wiederkauens im Alter von 2 bis 3 Jahren auftreten — beim Rind kommen die definitiven Prämolaren im Alter von 2 bis 3 Jahren zum Vorschein — so kann an Anomalien im Wechsel der Prämolaren gedacht werden.»

**Etappe 24**

Hierher die Fälle:

**Rind Nr. 443**

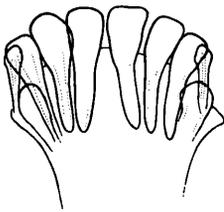
Geschlecht: männlich.  
 Alter: mehr als 4jährig.  
 Aufnahme nicht reproduziert.

**Rind Nr. 461**

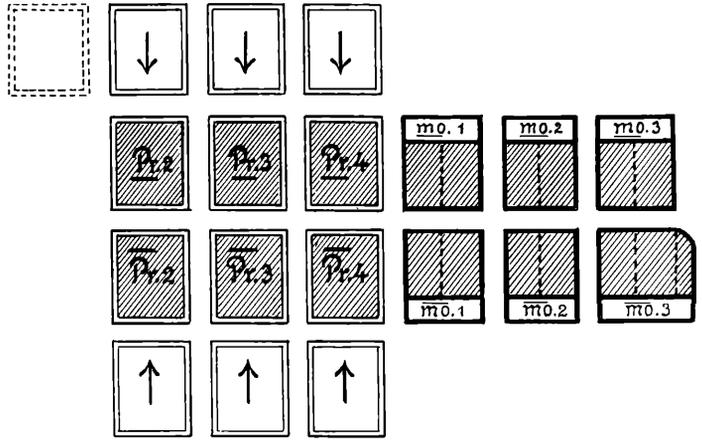
Geschlecht: weiblich.  
 Alter: —  
 Aufnahme nicht reproduziert.

**Rind Nr. 442**

Geschlecht: männlich.  
 Alter: angeblich 4jährig.  
 Abbildung: Textfigurentafel 13, Fig. 35,  
 ferner Taf. VII, Fig. 2 und 3.



Schneidezahngebiss, Rind Nr. 442  
 (nach röntgenologischer Aufnahme).



Bildliche Bestandregistratur ad Rind Nr. 442  
 (Prämolar- und Molargebiss).

Zur Beschreibung gelangt Rind Nr. 442 in seinen Zahnverhältnissen, die im obenstehenden Schema übersichtlich wiedergegeben sind.

Im Schneidezahngebiss sind an Stelle der ausgetretenen Milchzähne mit Ausnahme der «Eckzähne» die entsprechenden definitiven Zangen und die innern und äussern Mittelzähne getreten. Die gewechselten Zähne erreichen alle einheitlich den Rand des definitiven Schneidezahngebisses. Die Eckzähne sind in Form der Milchzähne, wie in Form von Dauerzahnanlagen zum Ersatz der entsprechenden Milchzähne, nachzuweisen.

In bezug auf die Prämolaren der ersten Dentition ergibt die Aufnahme des Oberkiefers, dass sämtliche vordere Backzähne ausgefallen und an ihre Stelle prämolare Dauerzähne getreten sind. Die neuen Definitivzähne sind sämtliche genetisch einheitlicher Natur und bestehen aus einer einzigen, unaufgeteilten, nicht aus Einzelkomponenten bestehenden Anlage. Prämolare Pr.2 und Prämolare Pr.4 zeichnen sich durch drei Wurzeläste aus, Prämolare Pr.3 durch vier Wurzeln.

Im Unterkiefer sind die Prämolaren des Frühgebisses ebenfalls ausgefallen und durch Ersatzzähne ersetzt. Die Dauerzähne zeichnen sich durch starke Wurzelbildungen aus.

Im Ober- und Unterkiefer haben sich die Molaren enorm entwickelt. Besonders kräftig, namentlich im Unterkiefer, treten die Wurzeln bei ihnen auf. Einheitlich in den Hartbestandteilen miteinander verschmolzen, lassen sie kaum mehr die ursprüngliche Zusammensetzung aus zwei bzw. drei selbständig verhärtenden, allerdings stets einer einheitlichen Grundanlage angehörenden Komponente erkennen.

Dem letzten Molar im Unterkiefer gesellt sich okzipitalwärts wiederum als eine weitere dritte Komponente eine Stützsäule bei, wobei es sich mutmasslich um die Entwicklung der einen der beiden Becherwände, und zwar der labialen bzw. bukkalen des Zahnbeckers, handelt. Damit sind drei Anteile am Aufbau des Prämolare 3 beteiligt.

## **Zusammenfassung der Befunde am extrauterinen Kiefermaterial**

1. Die im vorausgehenden Abschnitt am intrauterinen Material gemachten Feststellungen allgemeiner Natur in bezug auf das Auftreten einzelner Hartherde und deren Einbezug für den Bau bestimmter Zähne finden an den Anlagen bisher noch nicht vom Verkalkungsprozess ergriffener Teile am Gebiss ausgetragener Tiere, am extrauterinen Kiefermaterial, ihre Bestätigung.

2. Die Untersuchung zeigt, dass auf die Verkalkung der Prämolaren  $pr.2^d$ ,  $pr.3^d$  und  $pr.4^d$  und der Molaren  $mo.1$  des Milchgebisses innerhalb der intrauterinen Periode diejenige der Anlagen für die noch fehlenden Molaren  $mo.2$  und  $mo.3$  folgt.

3. Zuerst treten die Hartherde für den Molar  $mo.2$  links und rechts am Unter- und Oberkiefer auf, hernach die Hartanlagen für den Molar  $mo.3$ .

4. Die Verkalkungen erfassen zuerst die Komponenten des Molaren  $\overline{mo.2}$  am Unterkiefer, dann die beiden Komponenten des Molar  $\underline{mo.2}$  am Oberkiefer. Darauf werden die beiden ersten Komponenten des Molar  $\overline{mo.3}$  am Unterkiefer verkalkt, wornach die Komponenten 1 und 2 am Molar  $\underline{mo.3}$  des Oberkiefers verhärteten. Zum Schluss tritt die letzte Komponente am Molar  $\overline{mo.3}$  am Unterkiefer verhärtet auf.

Auch an den beiden zuletzt verkalkenden Molaren  $mo.2$  und  $mo.3$  kann wiederum eine schrittweise, von Komponente zu Komponente okzipitalwärts fortschreitende Kalzifikation beobachtet werden, die wiederum im Interesse des allmählichen Einführens der Querkämme mit den zukünftigen Mahlflächen des einen Kiefers in die entsprechenden Quertäler der gegenüberstehenden Zahnreihe gelegen ist und den einzelnen Teilen der Zahnanlagen und Hartteilen des Kiefers die Möglichkeit bietet, sich gegenseitig oben und unten in ein zweckmässiges System des Ineinandergreifens der einzelnen Teile einzupassen.

5. Die Molaren  $mo.2$  und  $mo.3$  im Ober- und Unterkiefer erweisen sich wie die Molaren  $mo.1$  in bezug auf die Anzahl der an ihrem Aufbau beteiligten Hartherde als zusammengesetzte Zähne. Die Molaren  $\underline{mo.2}$  und  $\underline{mo.3}$  am Oberkiefer und der Molar  $\overline{mo.2}$  am Unterkiefer sind zwei-, der Molar  $\overline{mo.3}$  am Unterkiefer dreikomponentig.

6. Der Verkalkung der definitiven Prämolaren der zweiten Zahndentition geht die Verkalkung sämtlicher Anlagen der prämolaren und molaren Milchzähne voraus. Erst nachdem das ganze Milchgebiss inkl. die Molarzähne in allen Weich- und in ihren Hartbeständen angelegt sind, kommt es zur Ausbildung der Definitivzähne.

7. Sämtliche Prämolaren der zweiten Dentition, alle Definitivzähne unter den vorderen Backzähnen, gehen **nur aus einer einzigen Hartanlage** hervor. Sie sind einfacher, nicht komplexer Natur. Sie verhalten sich genetisch wie die Prämolaren  $\underline{pr.2^d}$  im Ober- und die Prämolaren  $\overline{pr.2^d}$  und  $\overline{pr.3^d}$  im Unterkiefer. Die Prämolaren (definitiven) stellen sich zufolgedessen in einen Gegensatz zu den am Oberkiefer ausgebildeten Prämolaren  $\underline{pr.3^d}$  und  $\underline{pr.4^d}$  und zu dem am

Unterkiefer zur Entwicklung gelangenden Prämolaren  $\overline{\text{pr.4}}^d$  der Milchdentition, ferner zu sämtlichen Molaren am Ober- und Unterkiefer, die sich alle als Anlagen mehrkomponentiger verkalkender Zähne erweisen.

**8.** Die Durchsicht der Röntgenbilder ergibt, dass die Kalkanlagen für die definitiven Prämolaren der zweiten Dentition in bezug auf das zeitliche Auftreten nicht sehr weit auseinander gelegen sind. In bezug auf die spezielle Folge im Auftreten von Hartanlagen im Dauergebiss ergibt sich:

Unter den Anlagen für die Zähne der zweiten Generation (Definitivzähne) tritt im Unterkiefer zuerst die Verkalkung am Prämolaren  $\overline{\text{Pr.3}}$  ein, im Oberkiefer am Prämolaren  $\underline{\text{Pr.2}}$ , hernach verkalken im Unterkiefer die Prämolaren  $\overline{\text{Pr.2}}$  und  $\overline{\text{Pr.4}}$ , im Oberkiefer die Prämolaren  $\underline{\text{Pr.3}}$  und  $\underline{\text{Pr.4}}$ .

**9.** Was den Zahnwechsel anbetrifft, so erfolgt dieser nicht gleichzeitig an allen Prämolaren. Es besteht das Prinzip des schrittweisen Zahnersatzes, indem zuerst im Oberkiefer der Prämolaren  $\underline{\text{Pr.2}}$ , im Unterkiefer sein gleichnamiger Partner  $\overline{\text{Pr.2}}$  als gewechselter Zahn erscheint, worauf der Wechsel die Prämolaren  $\underline{\text{Pr.3}}$  und  $\overline{\text{Pr.3}}$  am Ober- und Unterkiefer erfasst.

Die hintersten Prämolaren wechseln für gewöhnlich zuletzt.

# Legenden zu den Textfiguren-Tafeln: Durchpausen röntgenologischer Originalfilme:

## Fig. 1—24: Rinderföten, intrauterines Material.

### TEXTFIGURENTAFEL 1

- Fig. 1. **Rif. Nr. 9**, ♀, KSL 17,0 cm; ca. 4 Wochen.  
Film Nr. 84.
- Fig. 2. **Rif. Nr. 103**, ♀, KSL 21,0 cm; zwischen 14 und 17 Wochen.  
Film Nr. 273. Linke Kopfhälfte; med. Schnittfläche auf Platte.  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 62 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.<sup>1</sup>
- Fig. 3. **Rif. Nr. 140**, ♂, KSL 22,5 cm; zwischen 14 und 17 Wochen.  
Film Nr. 354. Linke Kopfhälfte.  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 65 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 4. **Rif. Nr. 71**, ♂, KSL 21,0 cm; zwischen 14 und 17 Wochen.  
Film Nr. 224. Linke Kopfhälfte.  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 63 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 5. **Rif. Nr. 102**, ♀, KSL 23,0 cm; zwischen 14 und 17 Wochen.  
Film Nr. 277. Linke Kopfhälfte.  
(Taf. I, Fig. 1 identisch.)  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 65 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 6. **Rif. Nr. 124**, ♂, KSL 24,5 cm; zwischen 14 und 17 Wochen.  
Film Nr. 324. Linke Kopfhälfte.  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 70 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.

### TEXTFIGURENTAFEL 2

- Fig. 7. **Rif. Nr. 317**, ♂, KSL 26,0 cm; zwischen 14 und 17 Wochen.  
Film Nr. 678 (bezw. 672).  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 70 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 8. **Rif. Nr. 109**, ♀, KSL 28,0 cm; zwischen 15 und 17 Wochen.  
Film Nr. 278.  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 70 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 9. **Rif. Nr. 101**, ♀, KSL 26,6 cm; zwischen 15 und 17 Wochen.  
Film Nr. 281.  
(Taf. I, Fig. 2 identisch.)  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 70 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 10. **Rif. Nr. 137**, ♂, KSL 30,5 cm; zwischen 15 und 17 Wochen.  
Film Nr. 352.  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 75 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.

Fo. = Fokus-Plattenabstand.  
Exp. = Expositionszeit in Sek.  
Hsp. = Heizspannung.

Hä. = Härtegrad und Spannungskurve.  
mA = Milliampère (Röhrenbelastung).

R. D. = Röntgen-Doppel-Fokusröhre 30/150, Siemens-Reiniger-Veifa.

<sup>2</sup> In die Nähe dieses Filmes Filmreproduktion Fig. 3, Taf. I.

- Fig. 11. **Rif. Nr. 110**, ♂, KSL 31,0 cm; zwischen 15 und 17 Wochen.  
Film Nr. 274.<sup>2</sup> Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 75 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 12. **Rif. Nr. 357**, ♀, KSL 38,2 cm; zwischen 16 und 19 Wochen  
(Taf. I, Fig. 4, Rif. Nr. 38.) Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 80 Sek.;  
mA 16; Hsp. 65; R.D.

## TEXTFIGURENTAFEL 3

- Fig. 13. **Rif. Nr. 7**, ♀, KSL 39,2 cm; zwischen 17 und 21 Wochen (im 5. Mo. d. Grav.).  
Film Nr. 103. Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 70 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 14. **Rif. Nr. 327**, ♀, KSL 39,0 cm; zwischen 17 und 21 Wochen (5. Mo. d. Grav.).  
Film Nr. 695 bzw. 703. Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 80 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 15. **Rif. Nr. 5**, ♂, KSL 52,0 cm; im 5./6. Mo. d. Grav.  
Film Nr. 65 – 73. Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 50 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 16. **Rif. Nr. 328**, ♂, KSL 45,7 cm; 5./6. Mo. d. Grav.  
Film Nr. 704. Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 80 Sek.;  
(Identisch mit Fall Taf. I, Fig. 5) mA 10; Hsp. 65; R.D.

## TEXTFIGURENTAFEL 4

- Fig. 17. **Rif. Nr. 127**, ?, KSL 49,5 cm; 5./6. Mo. d. Grav.  
Film No. 338 und 345. Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 120 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 18. **Rif. Nr. 66**, ♀, KSL 50,4 cm; 5./6. Mo. d. Grav.  
Film Nr. 207. Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 90 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.

## TEXTFIGURENTAFEL 5

- Fig. 19. **Rif. Nr. 55**, ♂, KSL 64,0 cm; 6. Mo. d. Grav.  
Film Nr. 170/171. Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 80 Sek.;  
(Fall ziemlich übereinstim- mA 10; Hsp. 65; R.D.  
mend mit Fall Taf. II, Fig. 1.)
- Fig. 20. **Rif. Nr. 333**, ♂, KSL 76,0 cm; 7./8. Mo. d. Grav.  
Film Nr. 701/702. Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 100 Sek.;  
(Identisch mit Tafel III, Fig. 3.) mA 10; Hsp. 65; R.D.

## TEXTFIGURENTAFEL 6

- Fig. 21. **Rif. Nr. 107**, ♀ KSL 79,0 cm;  
Film Nr. 280. Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 100 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 22. **Rif. Nr. 112**, ♀, KSL 71,5 cm; zwischen 8 und 9 Monaten.  
Film Nr. 290. Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 100 Sek.;  
(Identisch mit Taf. II, Fig. 2.) mA 10; Hsp. 65; R.D.

## Fig. 25—34: Rinder, extrauterin.

## TEXTFIGURENTAFEL 7

- Fig. 23. **Rif. Nr. 60**, ♀, KSL 77,0 cm; ca. 9. Mo.  
 Film No. 182/183.  
 (Anschliessend an Fig. 23, zwischen Fig. 23 u. 24: Taf. III, Fig. 1 und 2.  
 Rif. 17, ♀, 75,0 cm.) Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 80 Sek.;  
 mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 24. **Rif. Nr. 37**, ♀, KSL 81,0 cm; kurz vor der Austragung.  
 (Identisch mit Taf. II, Fig. 3 u. 4.)  
 (Unmittelbar auf Fig. 24 folgend: Taf. III, Fig. 4, Kalb 170.)

## TEXTFIGURENTAFEL 8

- Fig. 25. **Kalb Nr. 183**, ca. 14 Tage. (Materiallieferung 1)  
 Film Nr. 436. Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 70 Sek.;  
 mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 26. **Kalb Nr. 180**, ♀, älter als Kalb 183. (Materiallieferung 1)  
 Film Nr. 431 Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 70 Sek.;  
 mA 10; Hsp. 60; R.D.  
 (Mit Textfig. 26 ziemlich identisch: **Kalb No. 188**, Taf. IV, Fig. 1 und 2.)
- Fig. 27. **Kalb Nr. 182**, ♂, vermutlich ca. 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Mo. (Materiallieferung 1)  
 Film No. 441. Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 75 Sek.;  
 mA 10; Hsp. 65; R.D.  
 (Zwischen Textfig. 27 und 28: **Kalb Nr. 172**, Taf. IV, Fig. 3 und 4.)
- Fig. 28. **Kalb Nr. 176**, ♀, mutmasslich ca. 3 Mo. (Materiallieferung 1)  
 Film Nr. 428. Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 70 Sek.;  
 mA 10; Hsp. 65; R.D.  
 (Identisch mit Taf. IV, Fig. 5; zwischen Textfig. 28 und 29, jedoch eher an 29 sich an-  
 lehnd. Taf. V, Fig. 1 und 2.)

## TEXTFIGURENTAFEL 9

- Fig. 29. **Rind Nr. 408**, ♂, zwischen 6 und 9 Mo. (Materiallieferung 4)  
 (älter als 6 Mo., jünger als 9 Mo.)  
 Film No. 863.  
 (Sich fast vollständig deckend mit Fig. 29: Taf. V, Fig. 3 und 4.)  
 Film Nr. 862. Fo. 80; Hä. H/3; Exp. 65 Sek.;  
 mA 10; Hsp. 65; R.D.  
 Fo. 80; Hä. H/3; Exp. 65 Sek.;  
 mA 10; Hsp. 65; R.D.  
 (Molar  $\overline{\text{mo.2}}$  U.Ki. den freien Zahnsaum bereits in beiden Komponenten durchstossend.)
- Fig. 30. **Rind Nr. 410**, ♂, 9 Monate alt. (Materiallieferung 4) 4mal.  $\overline{\text{Mo. 2}}$  den freien Zahnrand nicht  
 erreichend.  
 Filme Nr. 866/867. Fo. 80; Hä. H/3; Exp. 65 Sek.;  
 mA 10; Hsp. 65; R.D.

## TEXTFIGURENTAFEL 10

Fig. 29a. **Rind Nr. 391**, ♀, 1jährig. (Materiallieferung: «2/3, I».) (Jüngstes der 4 Expl. von Liefg. 2).  
Filme Nr. 823/824.

Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 90 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

Fig. 30a. **Rind Nr. 389**, ♀, 1 Jahr 5 Mo. (Materiallieferung: «2/3, III».) (Definitivschneidezähne noch  
nicht gestossen.) Braunviehrasse.

Filme Nr. 815/816.

Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 95 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

## TEXTFIGURENTAFEL 11

Fig. 31 **Rind Nr. 401**, angeblich 1 Jahr 3 Mo. (Materiallieferung «2/3, VI».)

Filme Nr. 859, (847, 846), 858.

**858**: Fo. 80; Hä. H/3; Exp. 60 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

**859**: Fo. 80; Hä. H/3; Exp. 50 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

Fig. 32. **Rind Nr. 392**. ♂, angeblich 1 Jahr 5 Mo. (Materiallieferung: «2/3, VIII».) Braunviehrasse.  
Filme Nr. 830, 828, 829.

(Identisch mit Taf. VI, Fig. 1 u. 2.)

Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 100 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

## TEXTFIGURENTAFEL 12

Fig. 33. **Rind Nr. 388**, ♀, 2 Jahre. (Materiallieferung «2/3, XI».) (Das älteste der 3 Rinder bez.  
Nr. 388 – 390)

Filme Nr. 817, 819, 820, 818.

**817/818**: Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 105 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

**819/820**: Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 95 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

Fig. 34. **Rind Nr. 397**, angeblich 1 Jahr 5 Mo. (Materiallieferung.) Braunviehrasse; die beiden  
«Zangen» gestossen.

Filme Nr. 837, 835, 836.

**835**: Fo. 80; Hä. W/4; Exp. 170 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

**836**: Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 110 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

**837**: Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 115 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

Nach Textfig. 34 folgend, da ziemlich identisch mit diesem Fall: **Rind Nr. 441** (4. Prä-  
molar als Definitivzahn nunmehr die Wurzelbildung zeigend) und **Rind Nr. 442**, Taf. VII,  
Fig. 2 und 3.

## TEXTFIGURENTAFEL 13

Fig. 35. **Rind Nr. 442**, ♂, angeblich ca. 4jährig

Filme Nr. 910, 909.

Fo. 80; Hä. H/3; Exp. 65 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

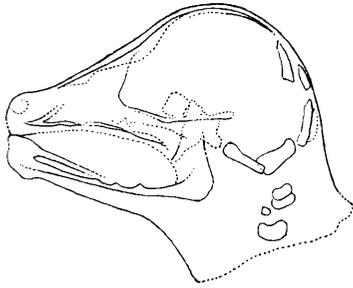


Fig. 1

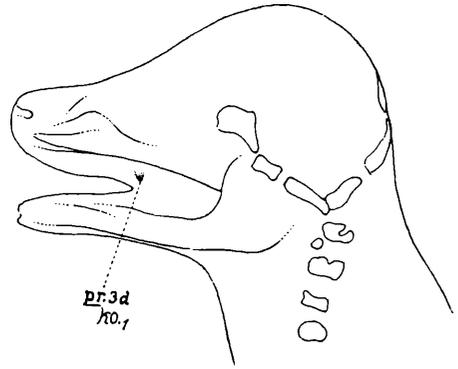


Fig. 2

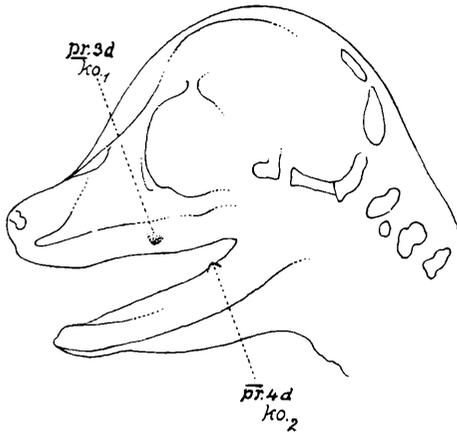


Fig. 3

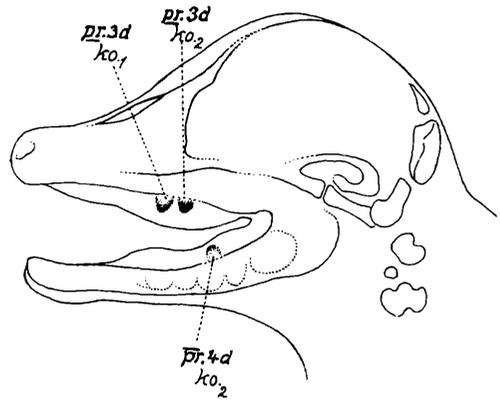


Fig. 4

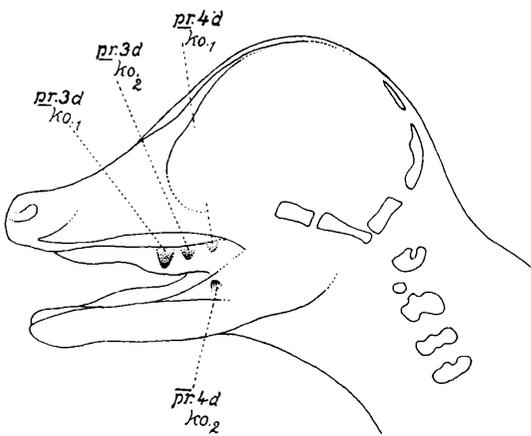


Fig. 5

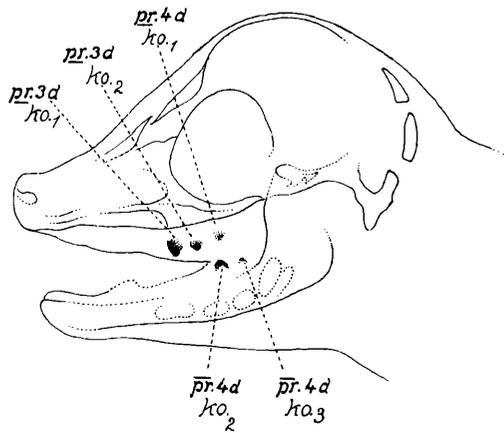


Fig. 6

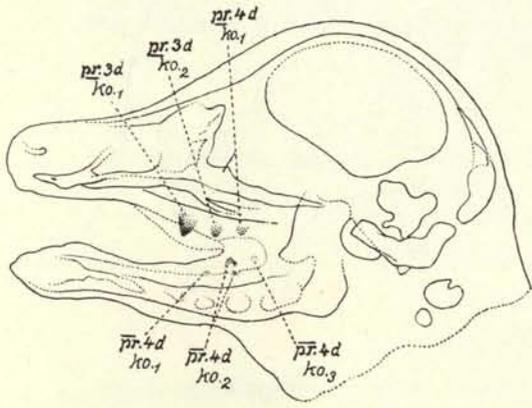


Fig. 7

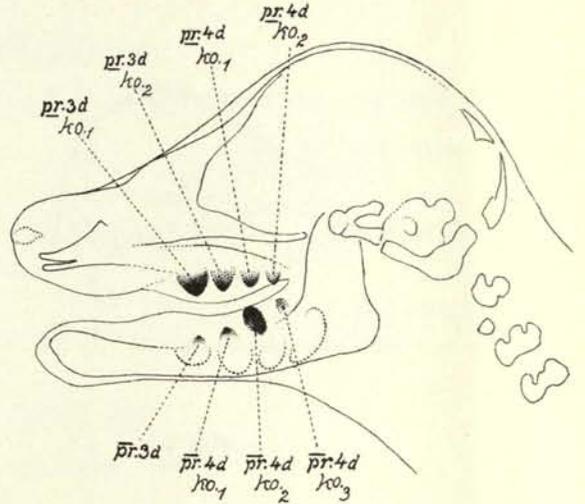


Fig. 8

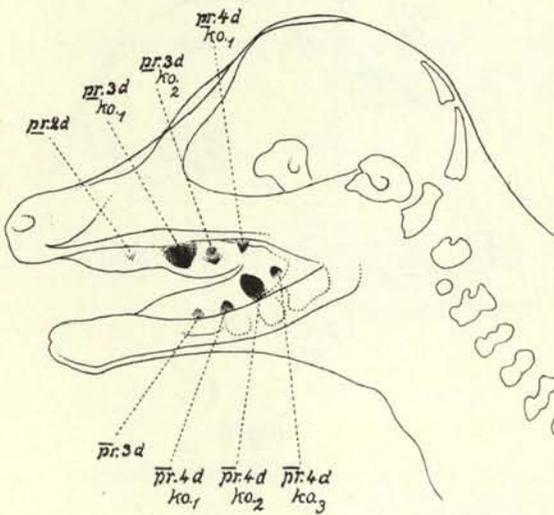


Fig. 9

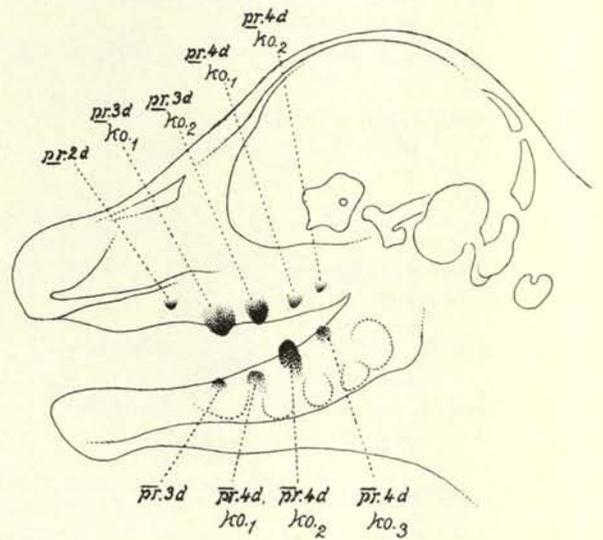


Fig. 10

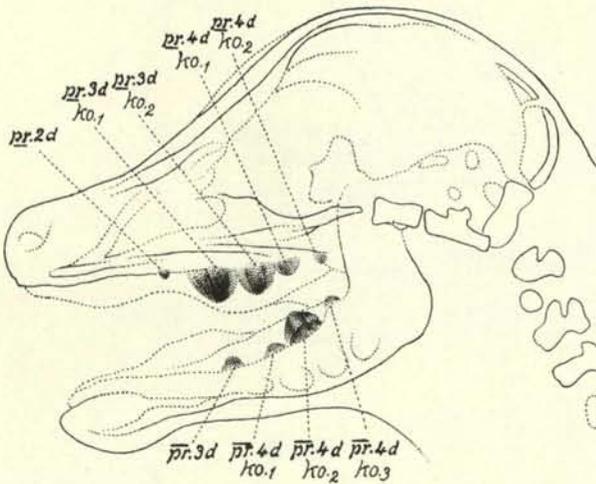


Fig. 11

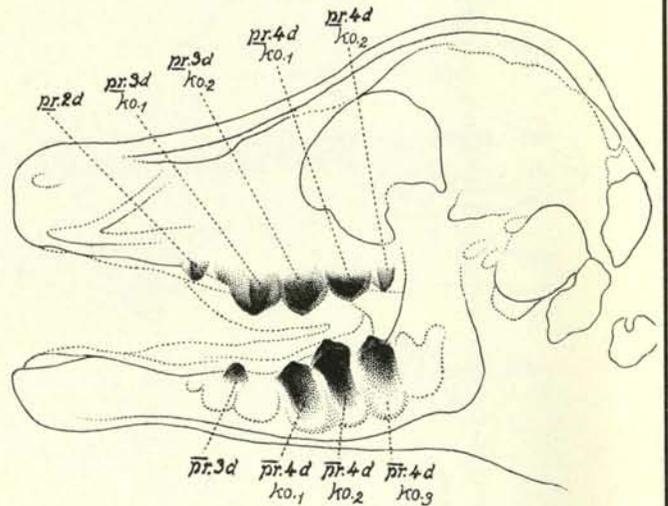


Fig. 12



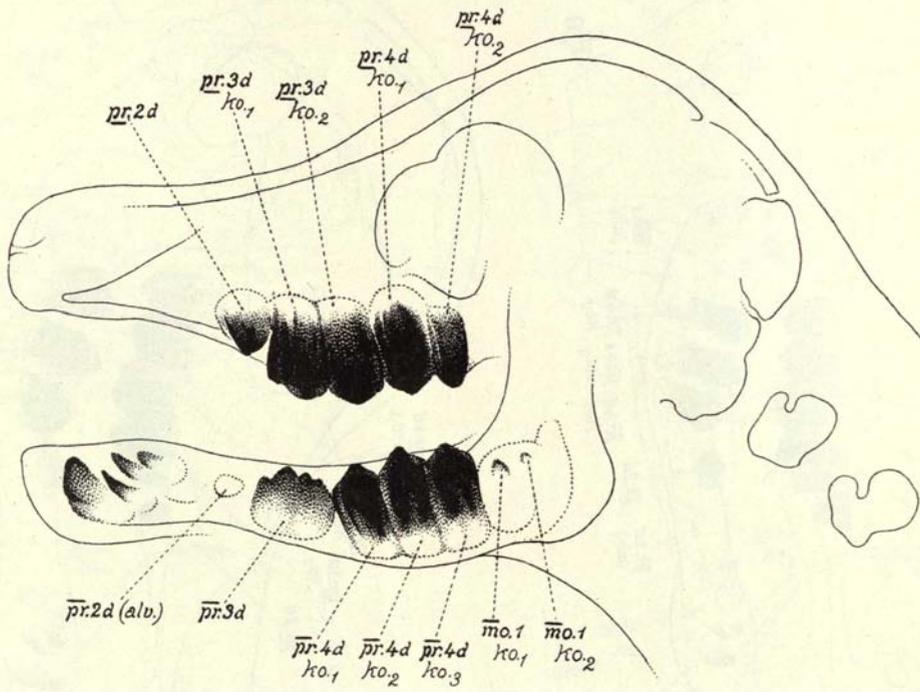


Fig. 17

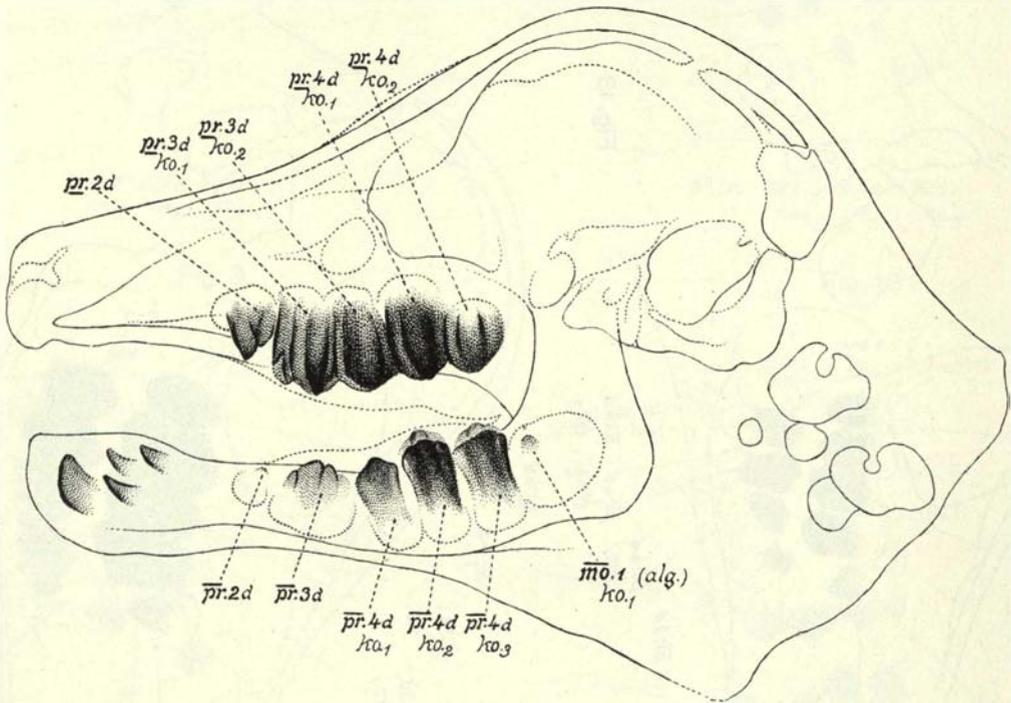


Fig. 18

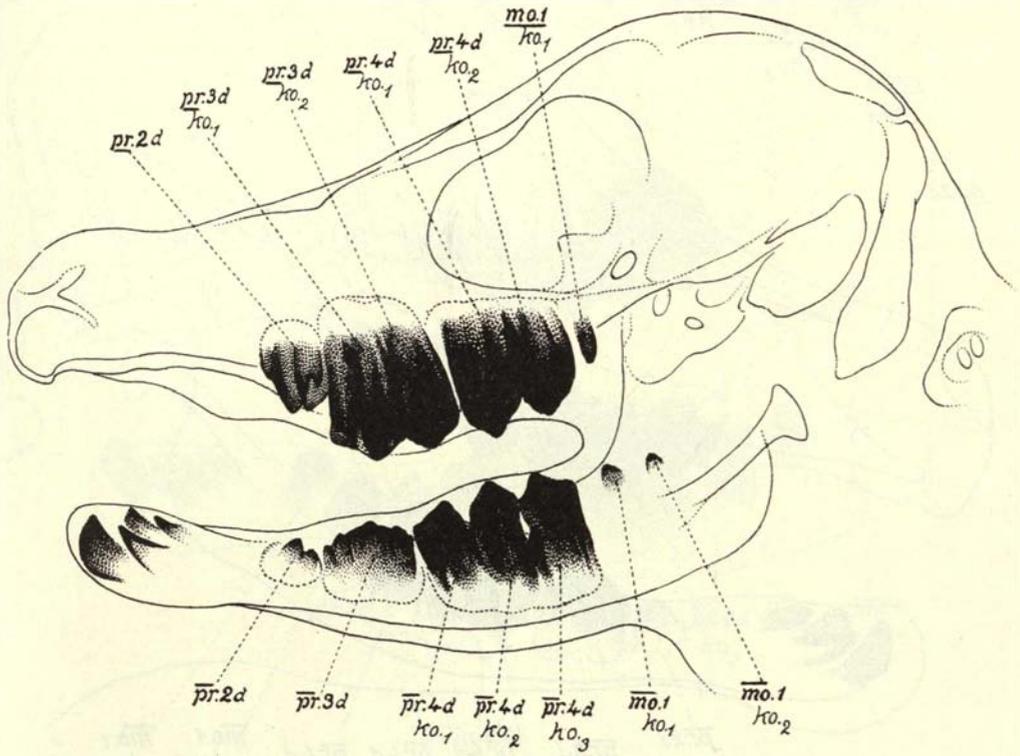


Fig. 19

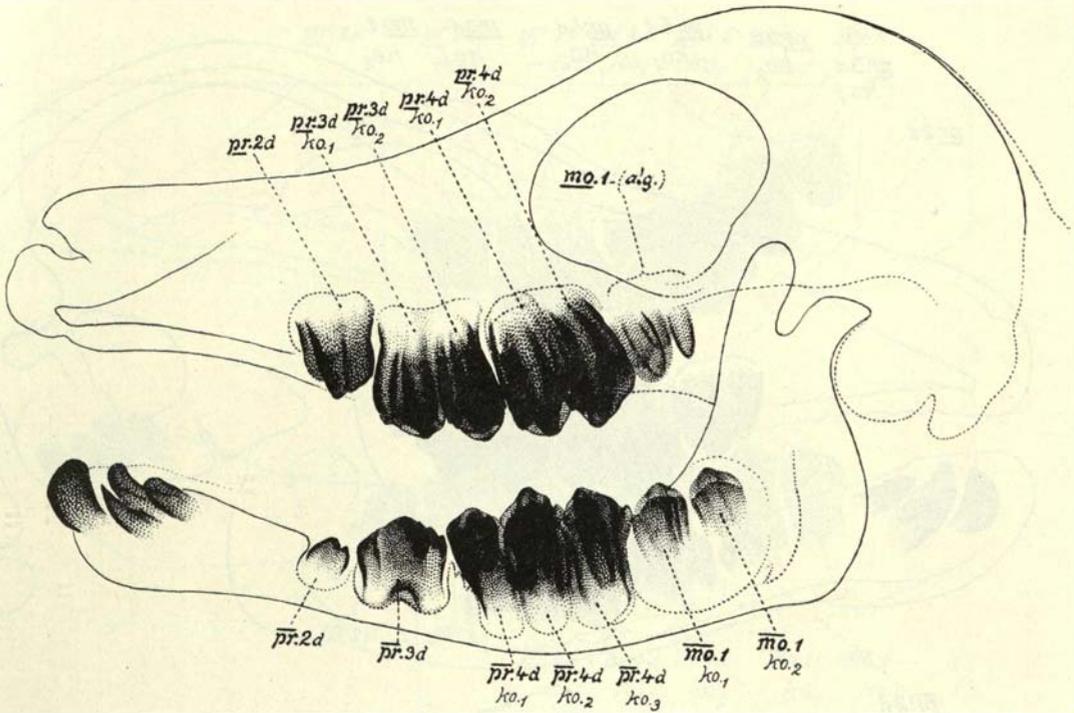


Fig. 20

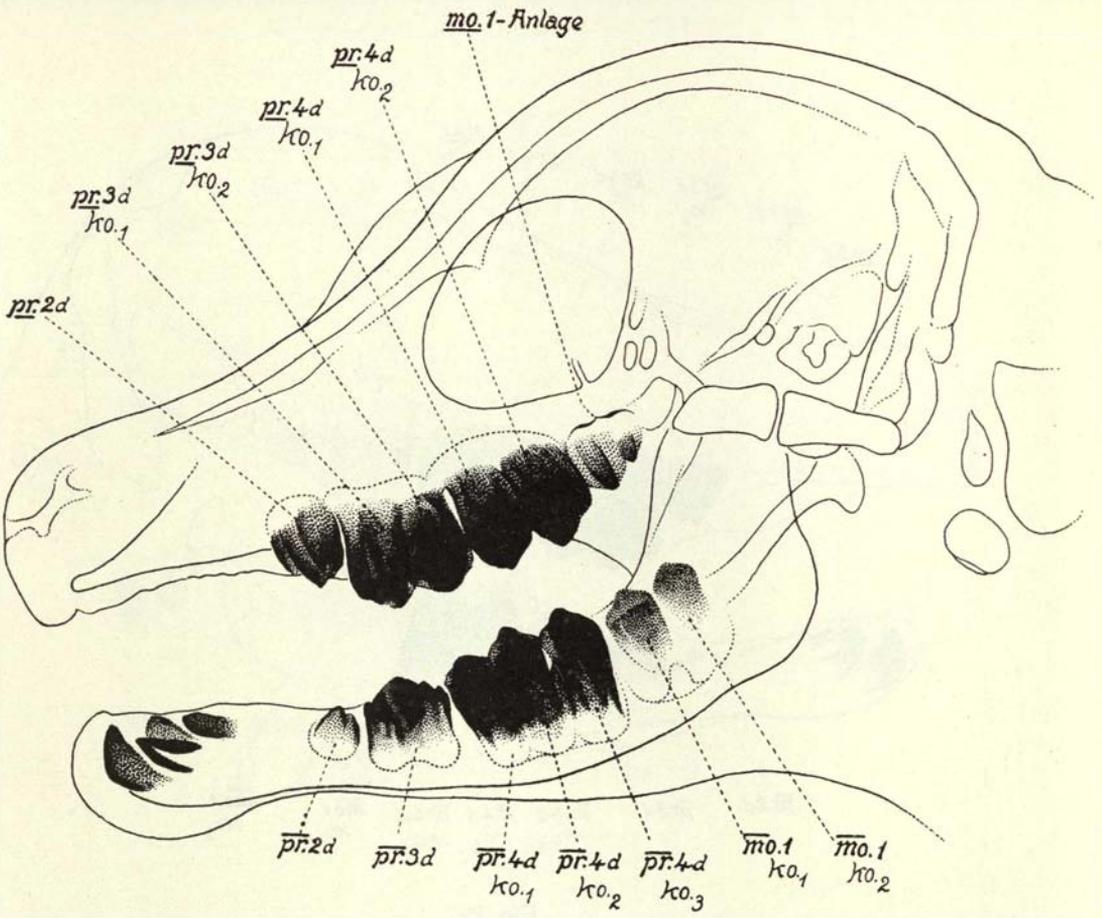


Fig. 21

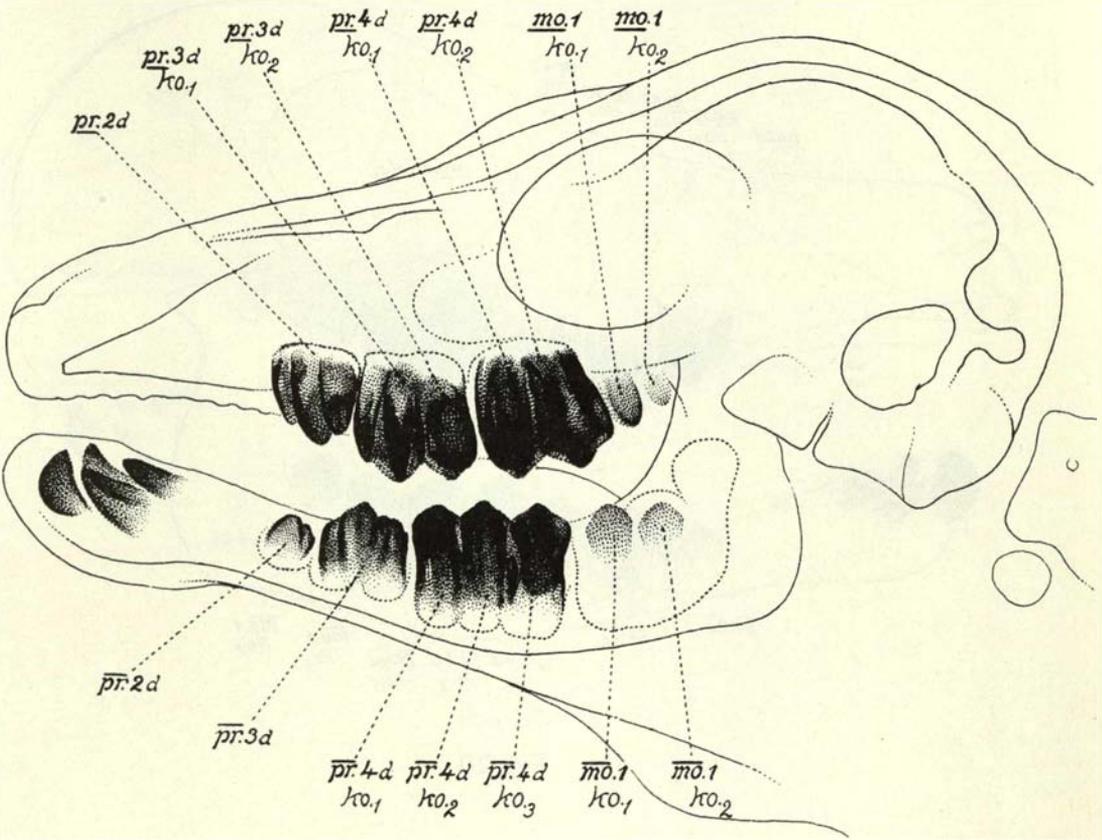


Fig. 22



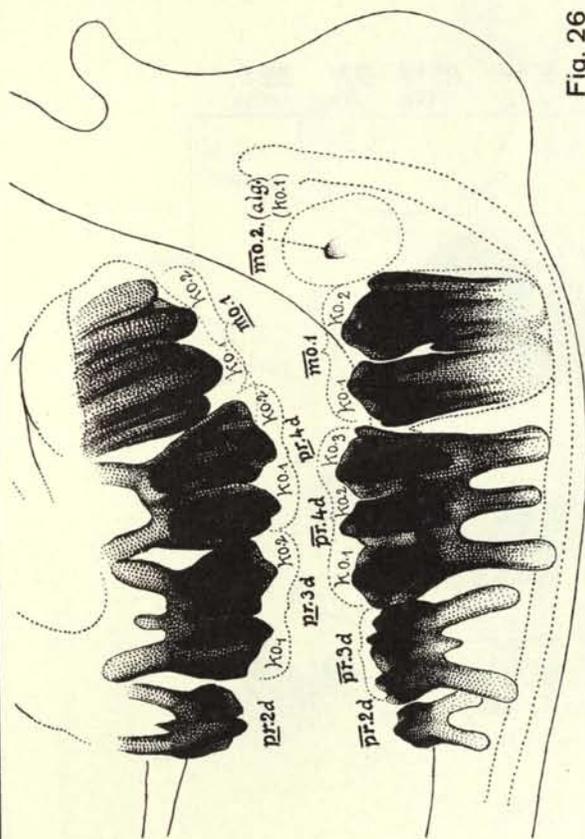


Fig. 26

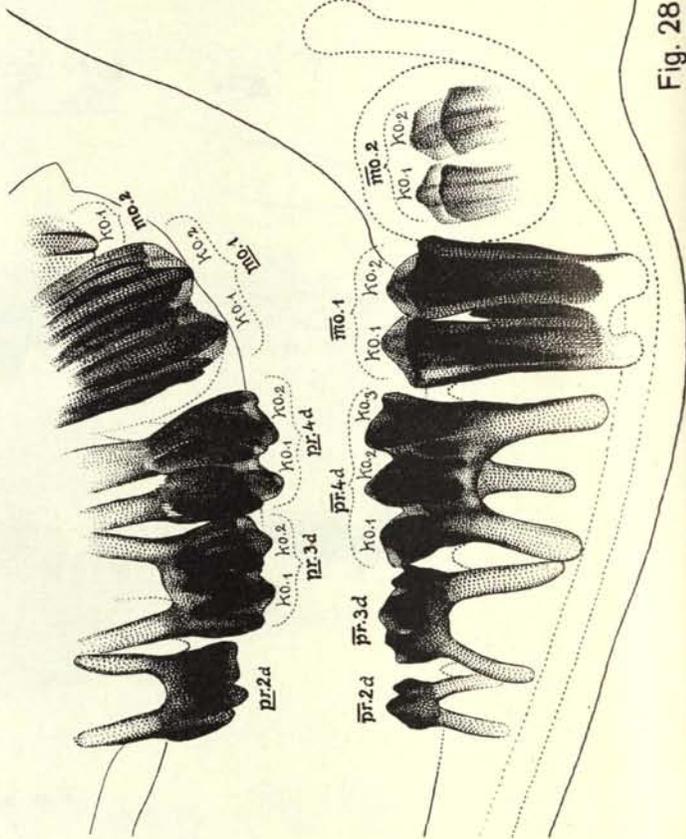


Fig. 28

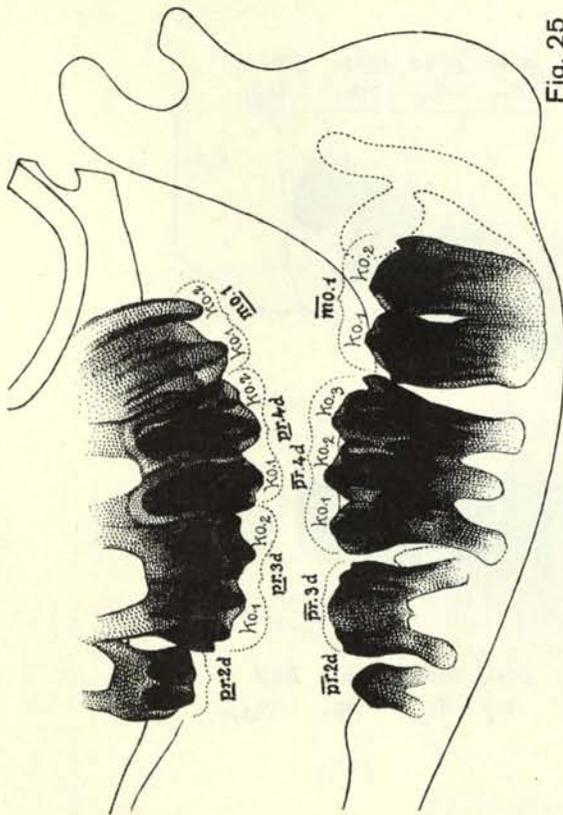


Fig. 25

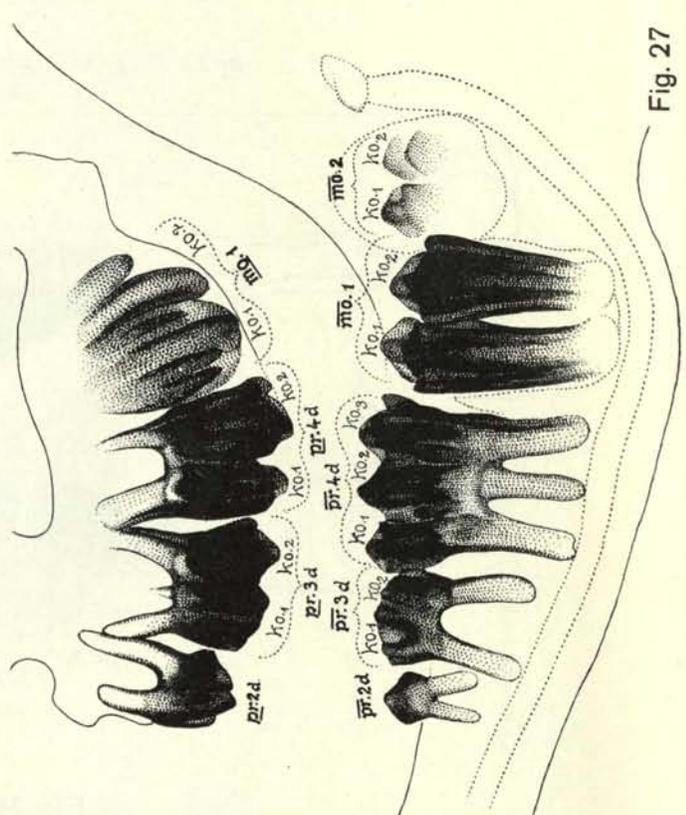


Fig. 27

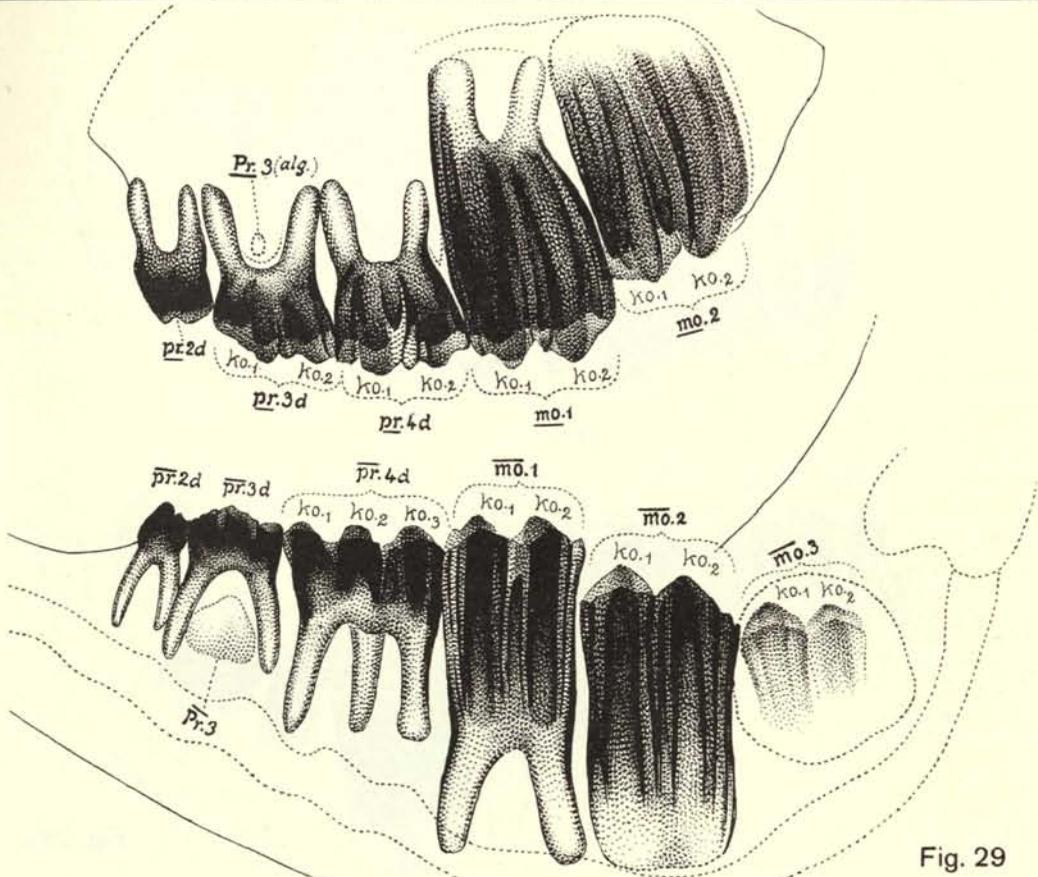


Fig. 29

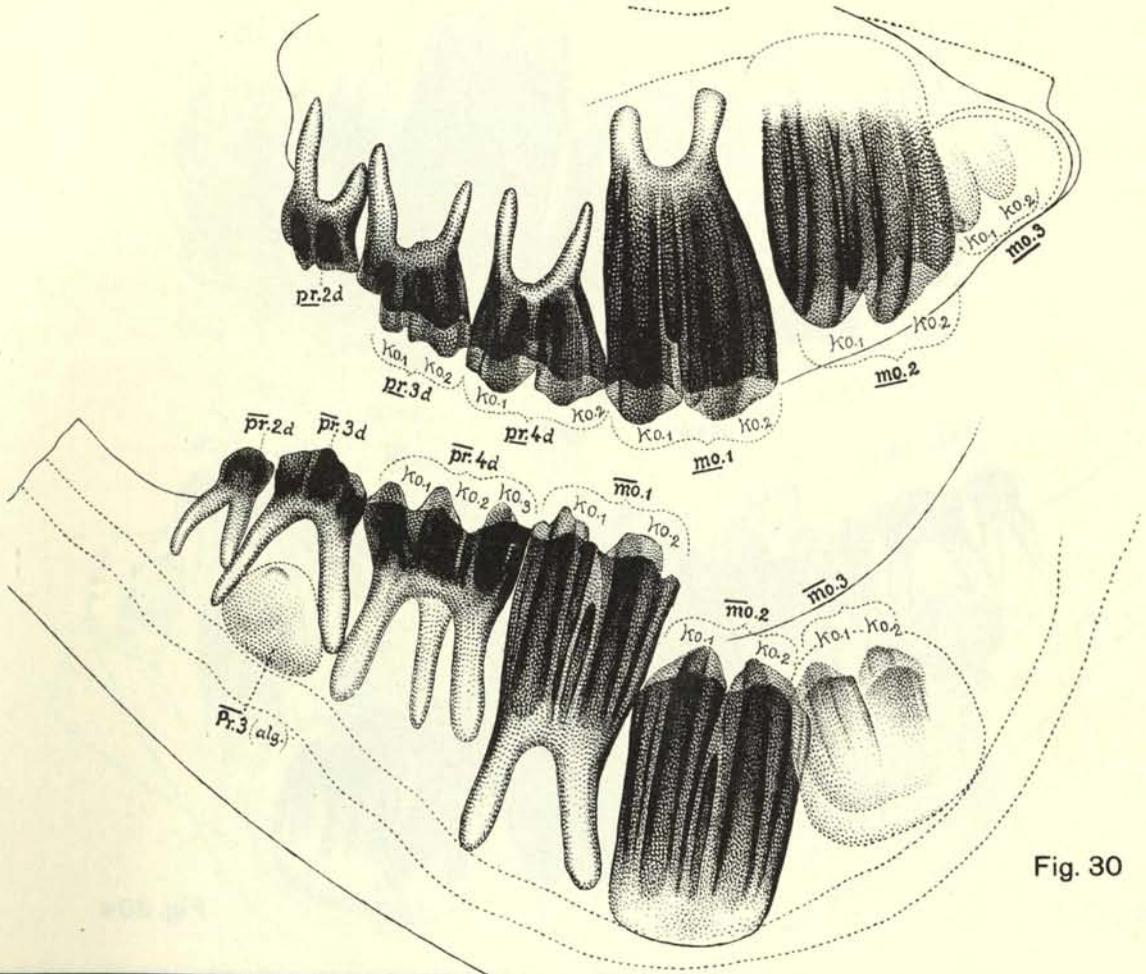


Fig. 30

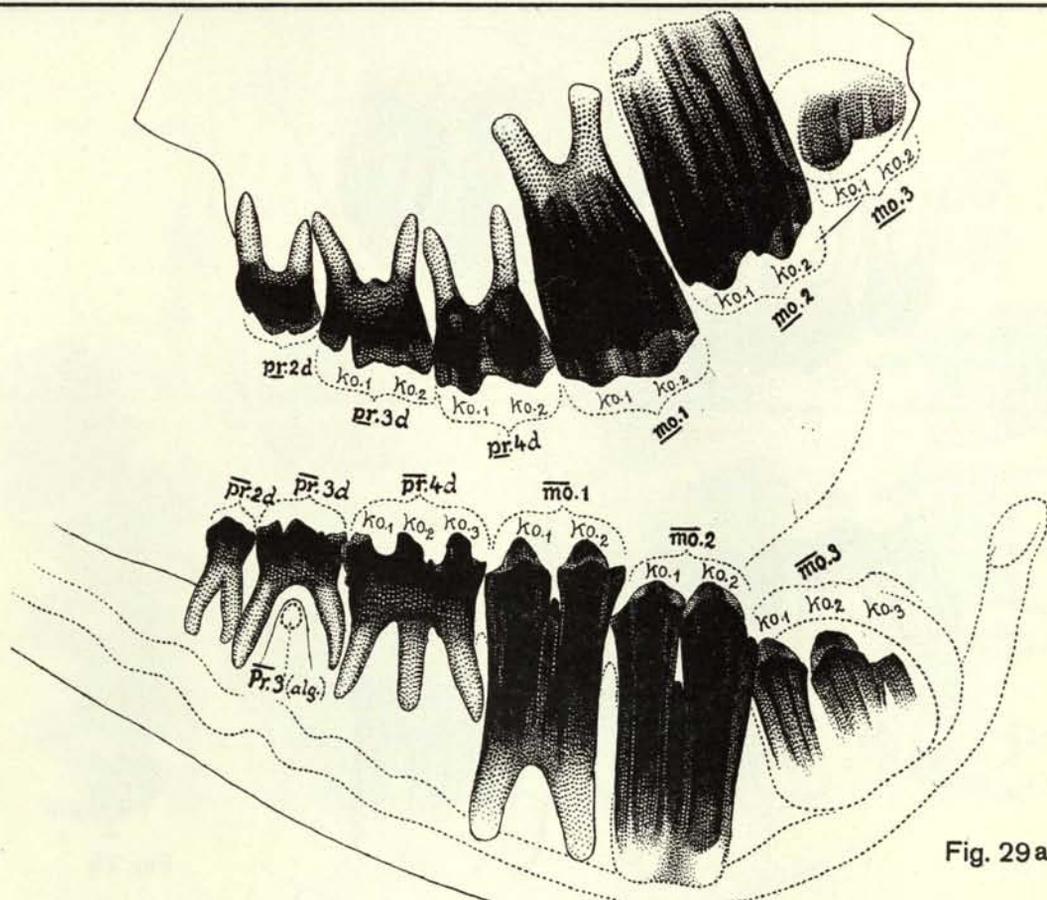


Fig. 29a

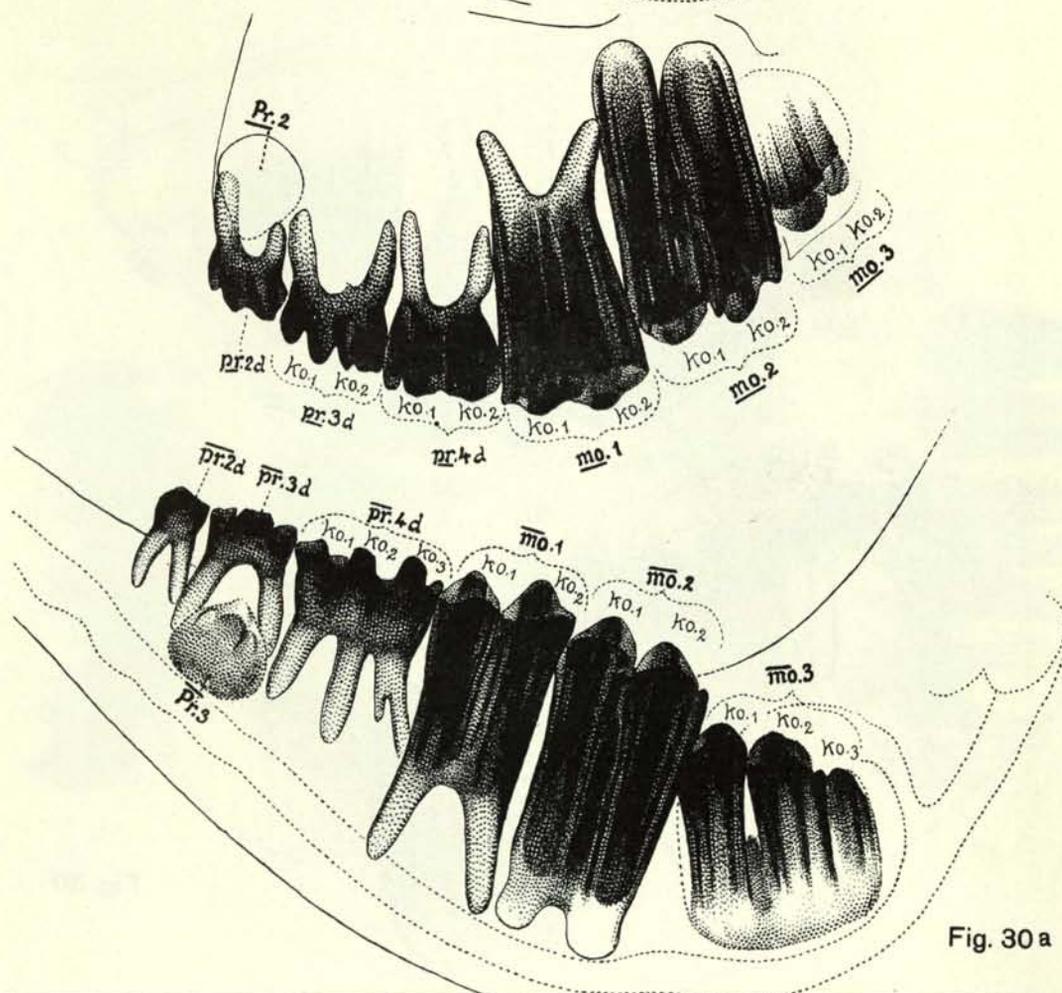


Fig. 30a

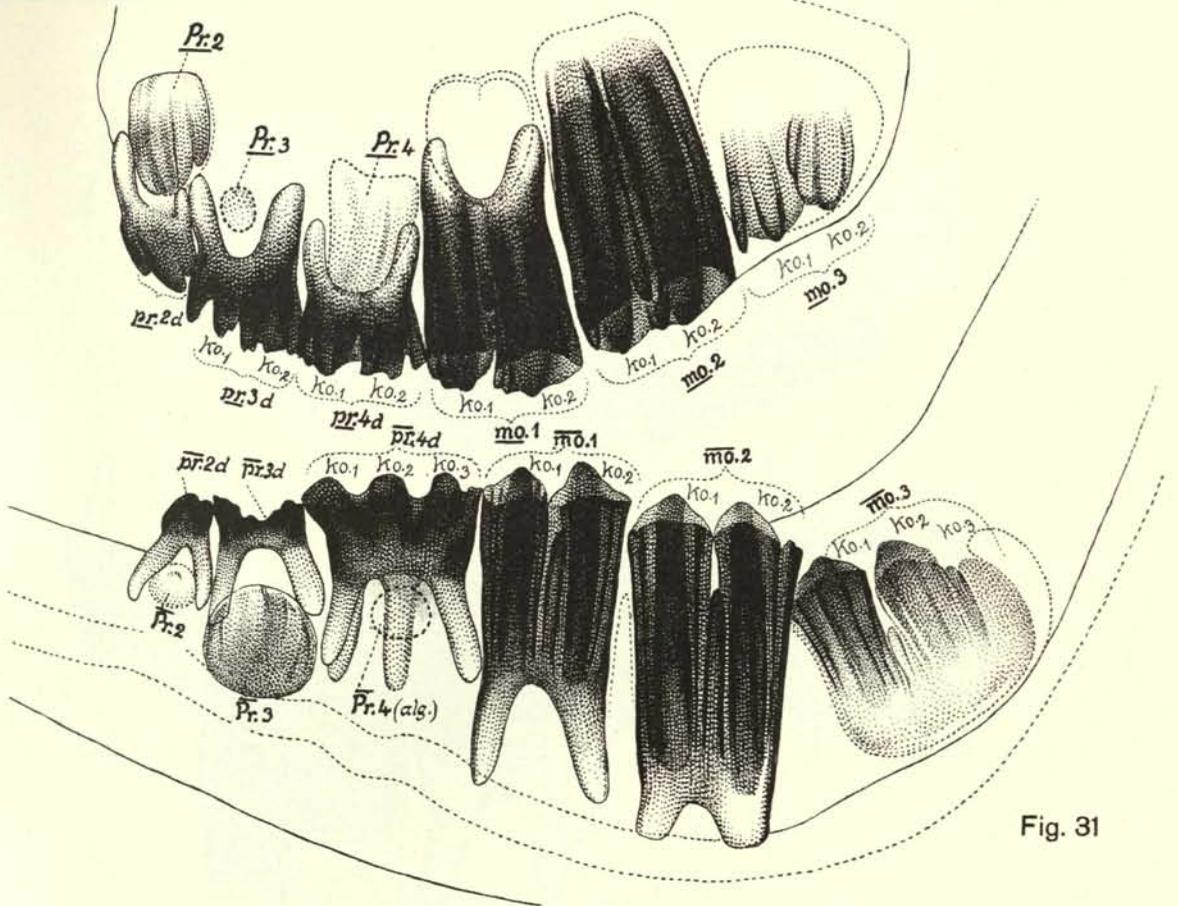


Fig. 31

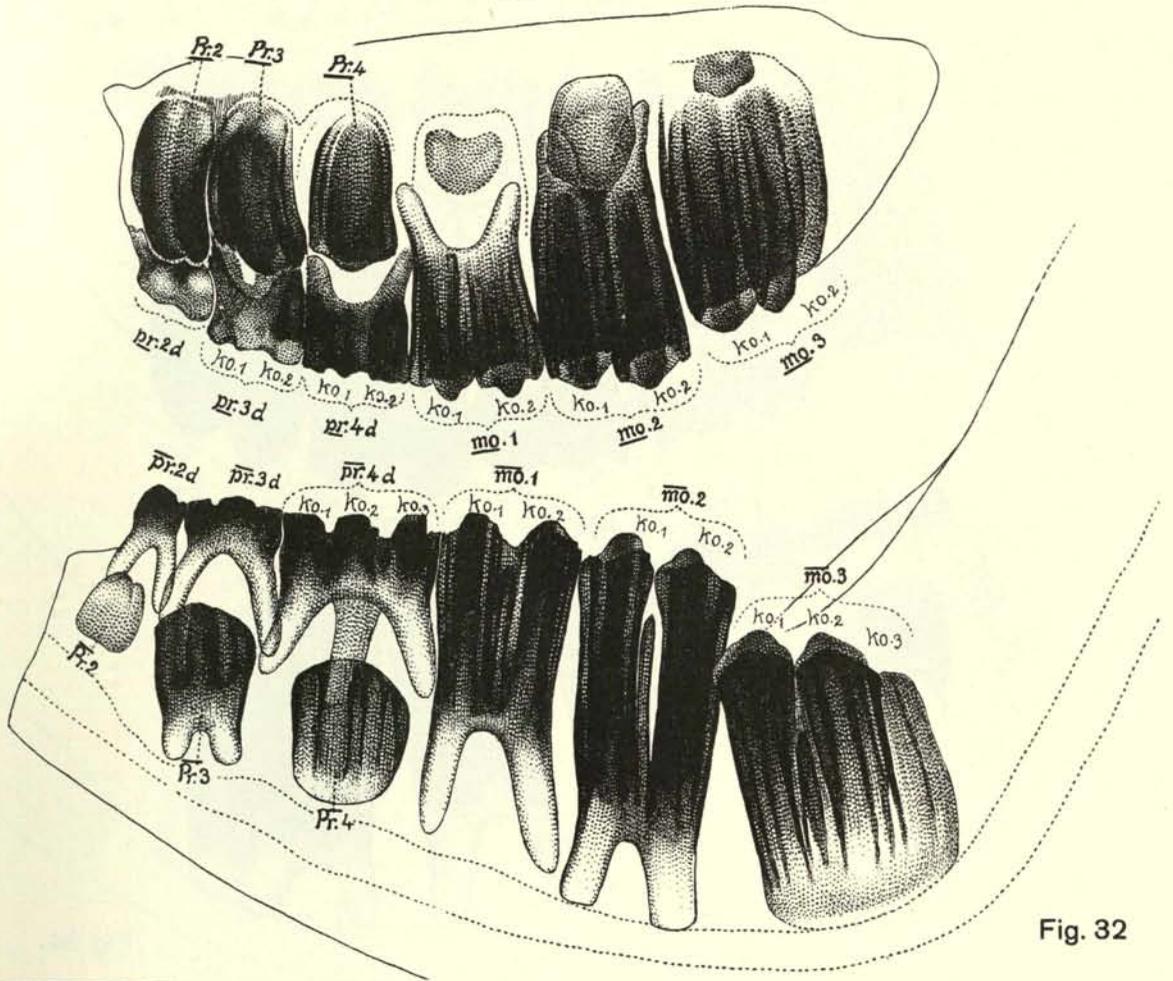


Fig. 32

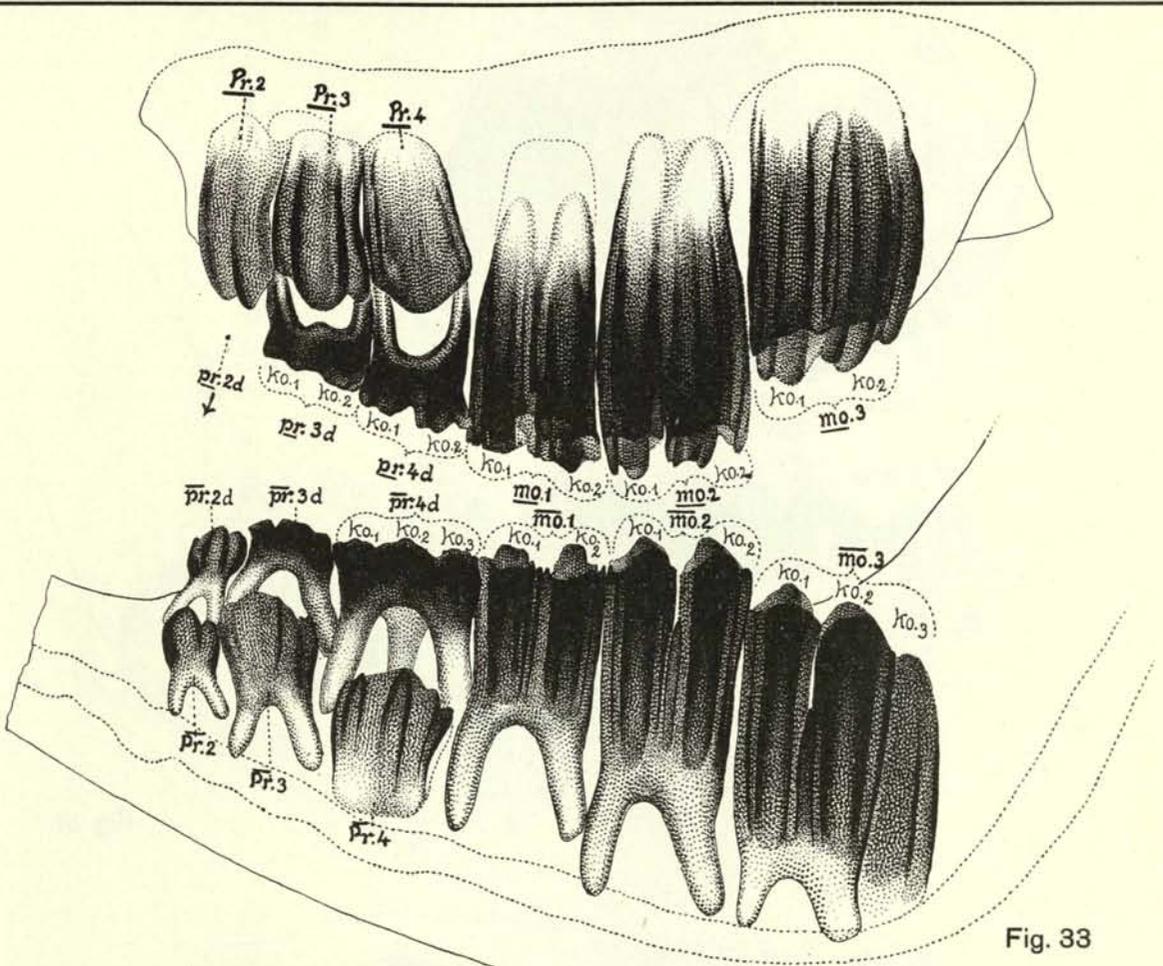


Fig. 33

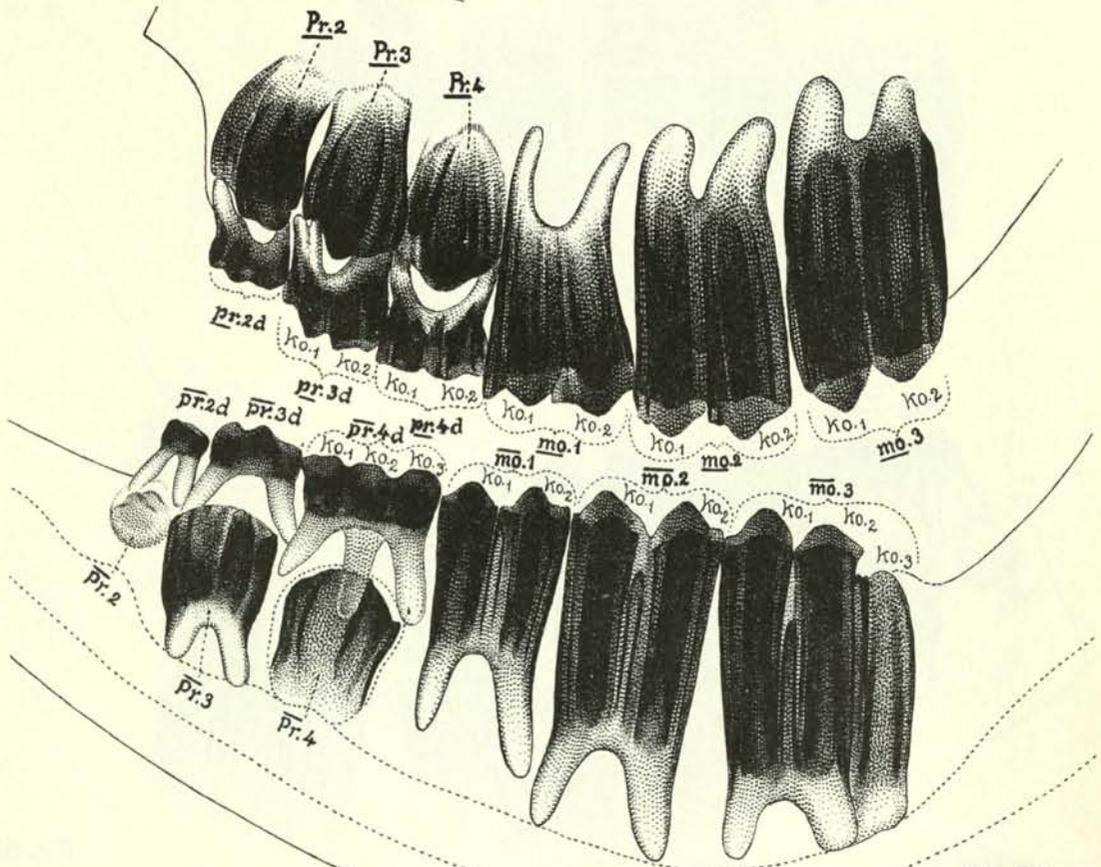


Fig. 34

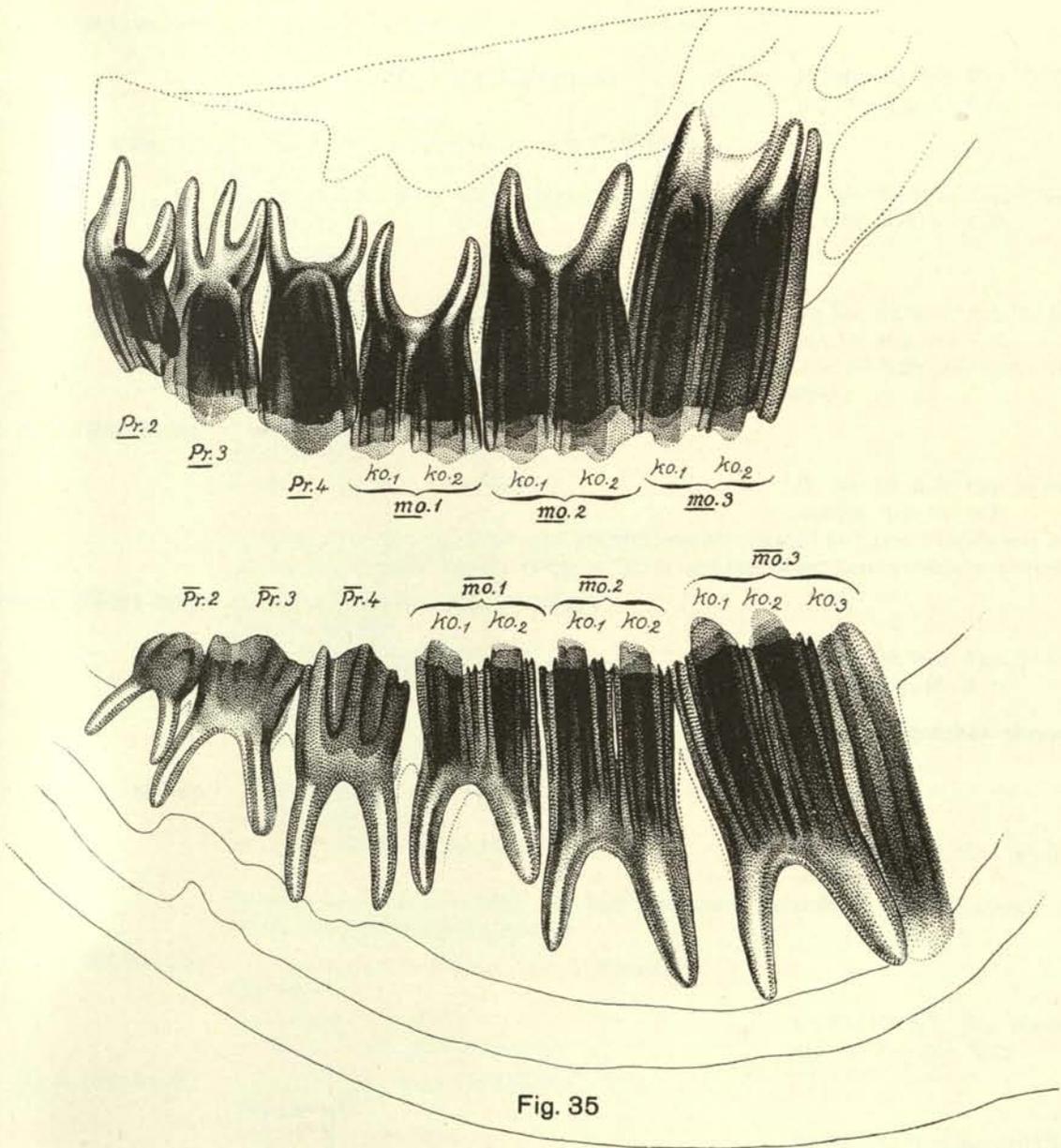


Fig. 35



# Legenden zu den Tiefdrucktafeln I–VIII

## Röntgenologische Originalfilmaufnahmen

### Intrauterines, embryologisches Material

#### TAFEL I

- Fig. 1. **Rif. Nr. 102**, ♀, KSL 23,0 cm; zwischen 14 und 17 Wochen.  
Film Nr. 277.  
(Identisch mit Fig. 5 auf Textfigurentafel 1.)
- Fig. 2. **Rif. Nr. 101**, ♀, KSL 26,6 cm; zwischen 15 und 17 Wochen.  
Film Nr. 281.  
(Identisch mit Fig. 9 auf Textfigurentafel 2.)
- Fig. 3. **Rif. Nr. 100**, ♂, KSL 32,3 cm.  
Film Nr. 271.  
(Nicht als Textfig. vorhanden.)
- Fig. 4. **Rif. Nr. 38**, ♂, KSL 39,0 cm.  
Film Nr. 135.  
(Nicht als Textfig. vorhanden.)
- Fig. **Rif. Nr. 328**, ♂, KSL 45,7 cm; 5./6. Monat d. Grav.  
Film Nr. 699/700.  
(Identisch mit Textfig. 16 auf Textfigurentafel 3.)

Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 65 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.<sup>1</sup>

Fo. 80; Hä. W 3; Exp. 70 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 75 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

(Stellung des Falles innerhalb der Textfigurenserie: kommt in die Nähe des Falles Textfig. 11, mit welchem Rind Rif. Nr. 100 sich annähernd deckt.)

Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 75 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

(Stellung des Falles innerhalb der Textfigurenserie: stimmt fast ganz überein mit Textfig. 12 auf Textfigurentafel 2; zwischen Fig. 12 und Fig. 13 auf Textfigurentafel 3 liegend.)

Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 80 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

### Intrauterines, embryologisches Material

#### TAFEL II

- Fig. 1. **Rif. Nr. 42**, ♂, KSL 59,5 cm.  
Film Nr. 149.  
(Nicht als Textfig. vorhanden.)
- Fig. 2. **Rif. Nr. 112**, ♀, KSL 71,5 cm; zwischen 8 und 9 Monaten.  
Film Nr. 279.  
(Als Textfig. vorhanden in Fig. 22 auf Textfigurentafel 6.)
- Fig. 3. **Rif. Nr. 37**, ♀, KSL 81,0 cm; kurz vor Geburt.  
Film Nr. 162a.  
(Als Textfig. vorhanden in Fig. 24 auf Textfigurentafel 7.)
- Fig. 4. **Rif. Nr. 37**, ♀, KSL 81,0 cm; kurz vor der Austragung.  
Film Nr. 162b.  
(Als Textfig. vorhanden in Fig. 24 auf Textfigurentafel 7.)

Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 150 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

(Stellung des Falles innerhalb der Textfigurenserie: stimmt so ziemlich überein mit Textfig. 19 auf Textfigurentafel 5.)

Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 105 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 100 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 100 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R. D.

Fo. = Fokus-Plattenabstand.  
Exp. = Expositionszeit in Sek.  
Hsp. = Heizspannung.

Hä. = Härtegrad (W, H) und Spannungskurbel (1, 2, 3, 4).  
mA = Milliampère (Röhrenbelastung).  
R. D. = Röntgen-Doppel-Fokusröhre 30/150, Siemens-Reiniger-Veifa.

**Intrauterines und extrauterines entwicklungsgeschichtliches Material.**

## TAFEL III

- Fig. 1. **Rif. Nr. 17**, ♀, KSL ca. 75 cm.  
Film Nr. 145.  
  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 80 Sek.;  
mÅ 10; Hsp. 65; R.D.  
(Als Textfig. nicht vorhanden.)  
(Stellung innerhalb der Textfigurenserie: zwischen Fig. 23 und 24, anschliessend an Fig. 23.)
- Fig. 2. **Rif. Nr. 17**, ♀, KSL ca. 75 cm.  
Film Nr. 145.  
  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 80 Sek.;  
mÅ 10; Hsp. 65; R.D.  
(Als Textfigur nicht vorhanden.)
- Fig. 3. **Rif. Nr. 333**, ♂, KSL 76 cm; 7./8. Monat d. Grav.  
Film Nr. 701.  
(Als Textfig. vorhanden  
in Fig. 20 auf Textfigurentafel 5.)  
  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 100 Sek.;  
mÅ 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 4. **Kalb Nr. 170** (Schädel); Alter zwischen 14 Tagen und 3 Monaten; Ende des 1. Drittels dieses Zeitabschnittes.  
Film Nr. 210.  
  
Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 110 Sek.;  
mÅ 10; Hsp. 65; R.D.  
(Als Textfig. nicht vorhanden.)  
(Stellung innerhalb der Textfigurenserie: unmittelbar auf Fig. 24 folgend.)

**Extrauterines Material.**

## TAFEL IV

- Fig. 1. **Kalb Nr. 188** (Schädel); Alter zwischen 14 Tagen und 3 Monaten.  
Film Nr. 437.  
  
Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 70 Sek.;  
mÅ 10; Hsp. 65; R.D.  
(Als Textfig. nicht vorhanden.)  
(Stellung innerhalb der Textfigurenserie: ungefähr identisch mit Textfig. 26.)
- Fig. 2. **Kalb Nr. 188** (Angaben bei Fig. 1, Taf. IV.)  
Film Nr. 437.  
  
Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 70 Sek.;  
mÅ 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 3. **Kalb Nr. 172** ♀ (Schädel); Alter zwischen 14 Tagen und 3 Monaten.  
Film Nr. 433.  
  
Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 73 Sek.;  
mÅ 10; Hsp. 65; R.D.  
(Als Textfig. nicht vorhanden.)  
(Stellung innerhalb der Textfigurenserie: zwischen Fig. 27 und Fig. 28.)
- Fig. 4. **Kalb Nr. 172** (Angaben bei Fig. 3, Taf. IV.)
- Fig. 5. **Kalb Nr. 176** (Schädel); mutmasslich ca. 3 Monate. (Grössenordnung innerhalb der 25 Schädel: Nr. 24).  
Film Nr. 445.  
(Als Textfig. vorhanden,  
Fig. 28 auf Textfigurentafel 8.)  
  
Fo. 80; Hä. W/3; Exp. 100 Sek.;  
mÅ 10; Hsp. 65; R.D.

**Extrauterines Material.**

## TAFEL V

- Fig. 1. **Rind Nr. 407**, ♂; Alter: jüngstes Rind unter 4 zugestellten. Bezüglich Ausbildung der Incisiven: Fall Nr. 410 ziemlich entsprechend. Angeblich 6 Monate alt.  
(4. Materiallieferung) zwischen 6 und 10 Monaten.  
Film Nr. 861.  
(Als Textfig. nicht vorhanden.)  
Fo. 80; Hä. H/3; Exp. 50 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.  
(Stellung innerhalb der Textfigurenserie: zwischen Fig. 28 auf Textfigurentafel 8 und Fig. 29 auf Textfigurentafel 9, doch eher bei Fig. 29.)
- Fig. 2. **Rind Nr. 407**, ♂; vide Fig. 1 bezüglich Angaben.  
Film Nr. 860.  
Fo. 80; Hä. H/3; Exp. 60 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 3. **Rind Nr. 409**. ♂, Alter: Schneidezahnorganisation derjenigen von Nr. 410 entsprechend;  
ca. 10 Monate.  
Film Nr. 865.  
(Als Textfig. nicht vorhanden.)  
Fo. 80; Hä. H/3; Exp. 1 Min.  
5 Sek.; mA 10; Hsp. 65; R.D.  
(Stellung innerhalb der Textfigurenserie: sich fast vollständig mit Fig. 29 auf Textfigurentafel 9 deckend.)
- Fig. 4. **Rind Nr. 409**, ♂; vide Fig. 3 bezüglich Angaben.  
Film Nr. 864.  
Fo. 80; Hä. H/3; Exp. 1 Min.  
5 Sek.; mA 10; Hsp. 65; R.D.

**Extrauterines Material.**

## TAFEL VI

- Fig. 1. **Rind Nr. 392**, ♂, Alter: 1 $\frac{1}{2}$  Jahre (angeblich gleich alt wie Rind 393, dieses aber kleinerwüchsiger). Braunviehrasse.  
(3. Materiallieferung.)  
Film Nr. 830.  
(Als Textfig. vorhanden.)  
Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 100 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 2. **Rind Nr. 392**, ♂; Bemerkungen: vide Fig. 1.  
Film Nr. 828.  
Fo. 80; Hä. H/1; Exp. 100 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.
- Fig. 3. **Rind Nr. 441**, ♂; schätzungsweise 3jährig, da 2 «Schaufeln» gestossen.  
(5. Materiallieferung.)  
Film Nr. 908.  
(Als Textfig. nicht vorhanden.)  
Fo. 80; Hä. H/3; Exp. 55 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.

**Extrauterines Material.****TAFEL VII**

Fig. 1. **Rind Nr. 440**, ♂; schätzungsweise ca. 2jährig, da 2 «Schaufeln» gestossen.

(5. Materiallieferung.)

Film Nr. 904.

(Als Textfig. nicht vorhanden.)

Fo. 80; Hä.H/3; Exp. 80 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.

(Nach Textfig. 34 auf Textfigurentafel 12 folgend, da 4. Prämolare [Definitivzahn] nunmehr die Wurzelbildung zeigt.)

Fig. 2. **Rind Nr. 442**, ♂; ca. 4jährig; 3 Paar «Schaufeln» gestossen.

Film Nr. 910.

(Als Textfig. nicht vorhanden.)

Fo. 80; Hä.H/3; Exp. 65 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.

(Stellung innerhalb der Textfigurenserie: nach Textfig. 34 auf Textfigurentafel 12 folgend; ungefähr identisch mit diesem Fall [vide Oberkiefer].)

Fig. 3. **Rind Nr. 442**, ♂; Bemerkungen: vide Fig. 2.

Film Nr. 909.

Fo. 80; Hä.H/3; Exp. 65 Sek.;  
mA 10; Hsp. 65; R.D.

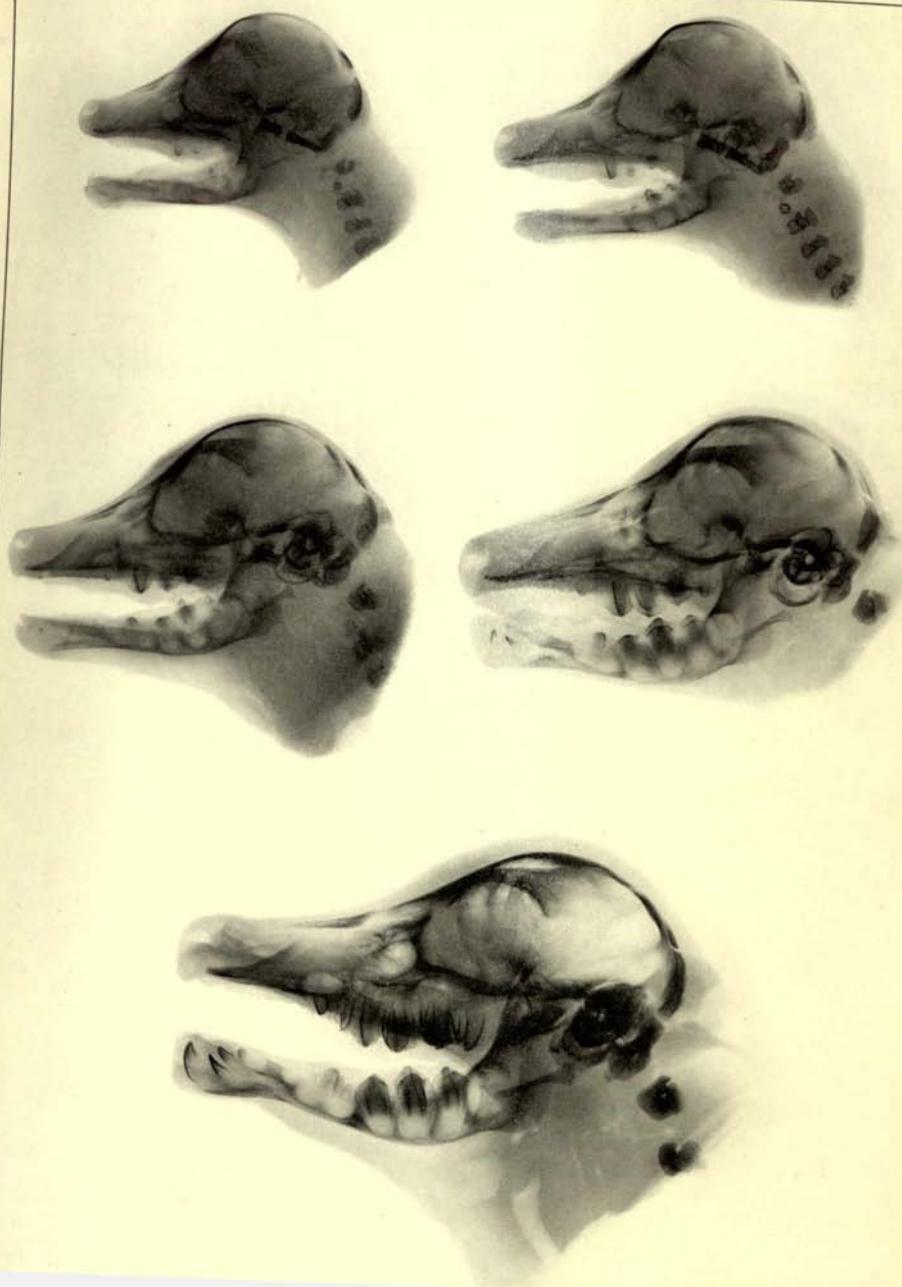
**Intrauterines Material.****TAFEL VIII**

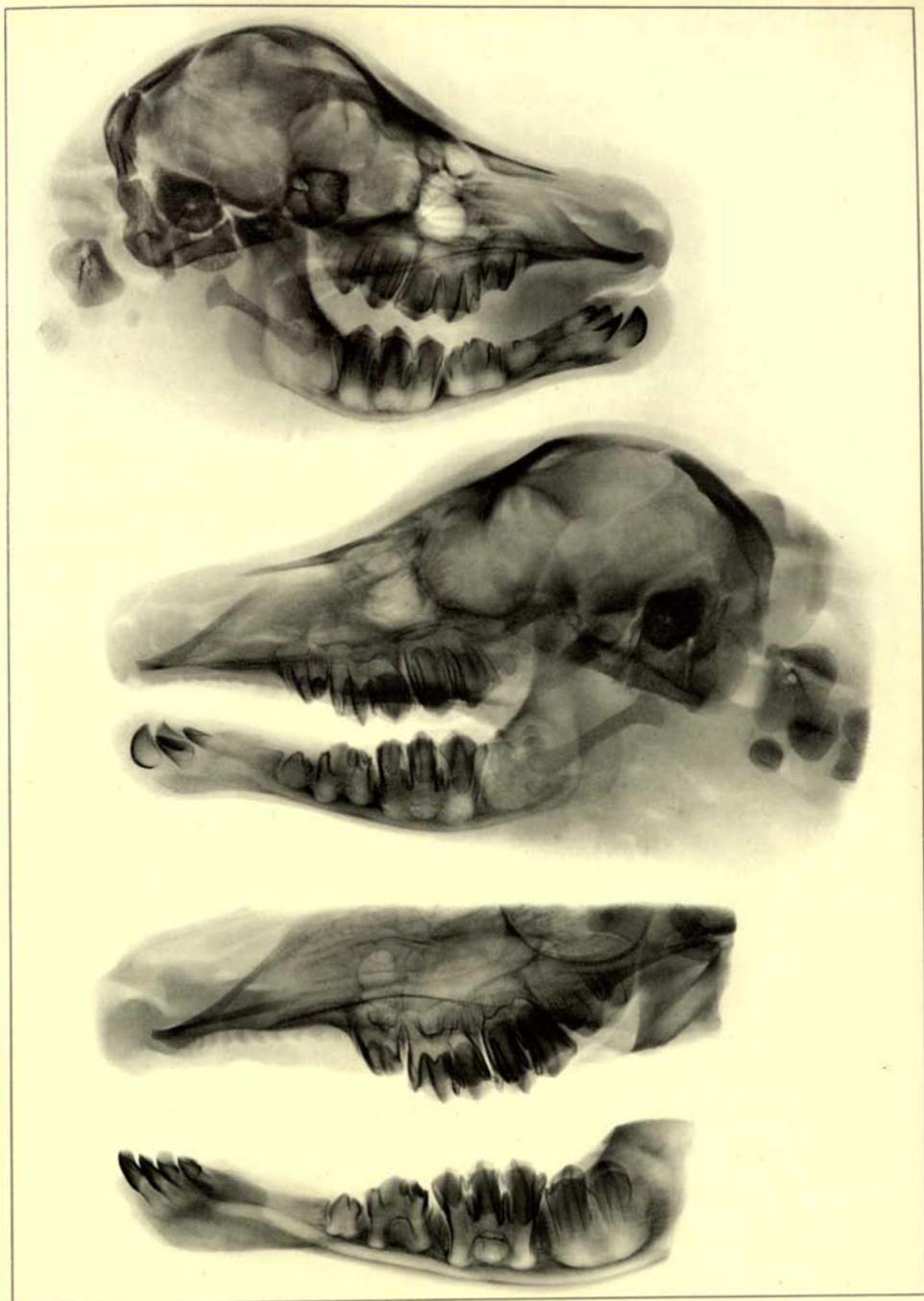
Reproduktionen von auf die Zahnanlagen hin präparierter maxillärer und mandibulärer Kieferhälften verschiedenaltiger Rinderembryonen in Seitenansicht oder mit Sicht auf die zukünftige Kaufläche der Zähne zur Veranschaulichung der frühzeitig auftretenden Becherstruktur an gewissen Prämolaren und an den Molaranlagen der Zahnreihen und der scheinbar als selbständige Einzelbecher auftretenden Zahnkomponenten im Falle komplex aufgebauter zwei- oder dreibecheriger Zähne.

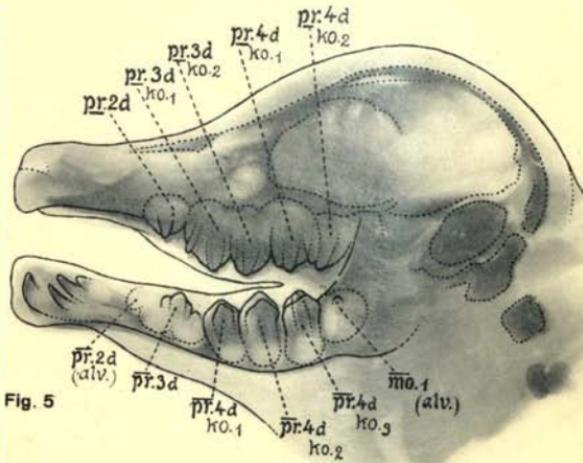
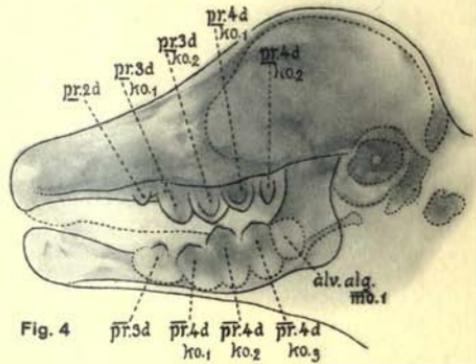
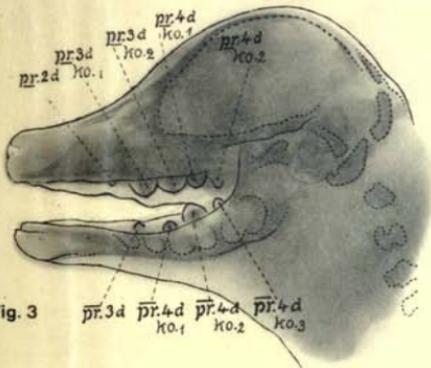
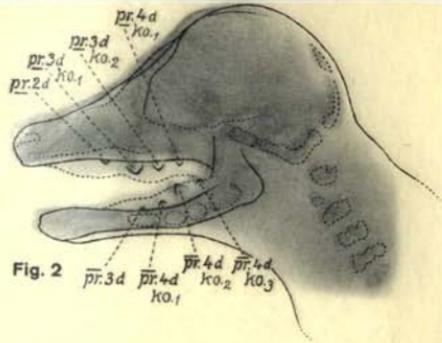
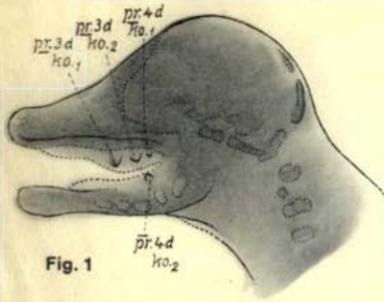
Reproduktionen im Verhältnis 10:8,1 verkleinert.

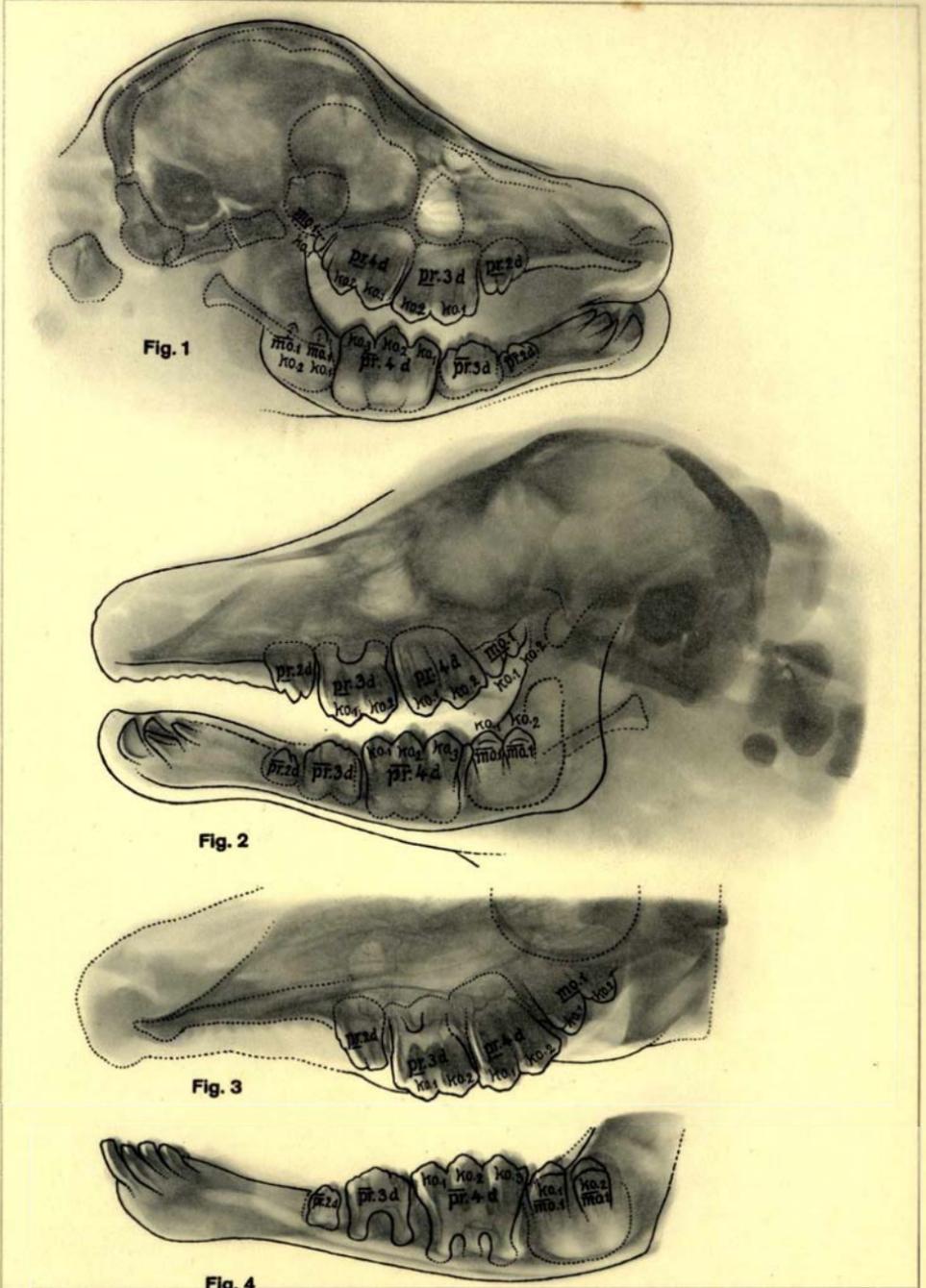
- Fig. 1 und 1a: linker Ober- und linker Unterkiefer mit den makroskopisch sichtbaren Zahnanlagen eines männlichen Rinderembryos von 26,0 cm KSL (Rif. Nr. 317).
- Fig. 1: Zahnreihe im Oberkiefer in Seitenansicht.
- Fig. 1a: Zahnreihe im Unterkiefer in Seitenansicht bei gleichzeitiger Sicht auf die zukünftigen Kauflächen der Zahnanlagen.
- Fig. 2 und 2a: linker Ober- und linker Unterkiefer mit den makroskopisch sichtbaren Zahnanlagen eines männlichen Rinderembryos von 35,5 cm KSL (Rif. Nr. 327).
- Beide Zahnreihen in Seitenansicht.
- Fig. 3 und 3a: linker Ober- und linker Unterkiefer mit den makroskopisch sichtbaren Zahnanlagen eines männlichen Rinderföten von 41,0 cm KSL (Rif. Nr. 326).
- Beide Zahnreihen in Seitenansicht.
- Fig. 4 und 4a: linker Ober- und linker Unterkiefer mit den makroskopisch sichtbaren Zahnanlagen eines weiblichen Rinderföten von 43,8 cm KSL (Rif. Nr. 339).
- Beide Zahnreihen in Seitenansicht.
- Fig. 5 und 5a: linker Ober- und linker Unterkiefer mit den makroskopisch sichtbaren Zahnanlagen eines weiblichen Rinderföten von 50,0 cm KSL (Rif. Nr. 315).
- Beide Zahnreihen in Seitenansicht.
- Fig. 6 und 6a: linker Ober- und linker Unterkiefer mit den makroskopisch sichtbaren Zahnanlagen eines weiblichen Rinderföten von 72,0 cm KSL (Rif. Nr. 310).
- Fig. 6: Zahnreihe im Oberkiefer mit Sicht auf die Kundengruben bzw. Mahl- oder Reibflächen.
- Fig. 6a: Zahnreihe im Unterkiefer in Seitenansicht.
- Fig. 7, 7', 7a und 7a': linker Ober- und linker Unterkiefer eines männlichen Rinderföten von 91,0 cm KSL (Rif. Nr. 335).
- Fig. 7: Zahnreihe im Oberkiefer in Seitenansicht.
- Fig. 7': Zahnreihe im Oberkiefer mit Sicht auf die Kundengruben bzw. zukünftigen Mahlflächen.
- Fig. 7a: Zahnreihe im Unterkiefer in Seitenansicht.
- Fig. 7a': Zahnreihe im Unterkiefer mit Sicht auf die Reib- bzw. zukünftigen Mahlflächen (Kundengruben) der Zähne.

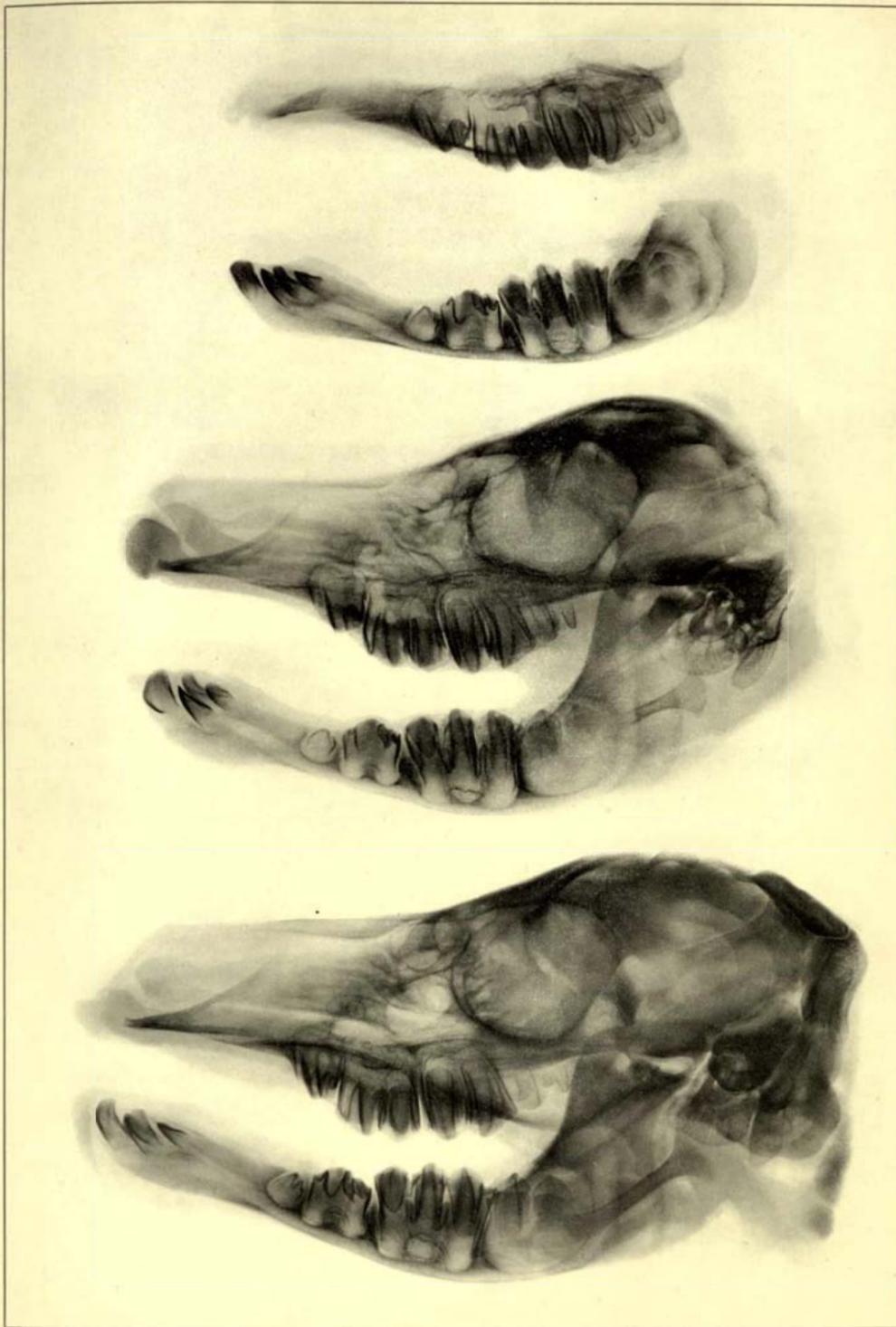


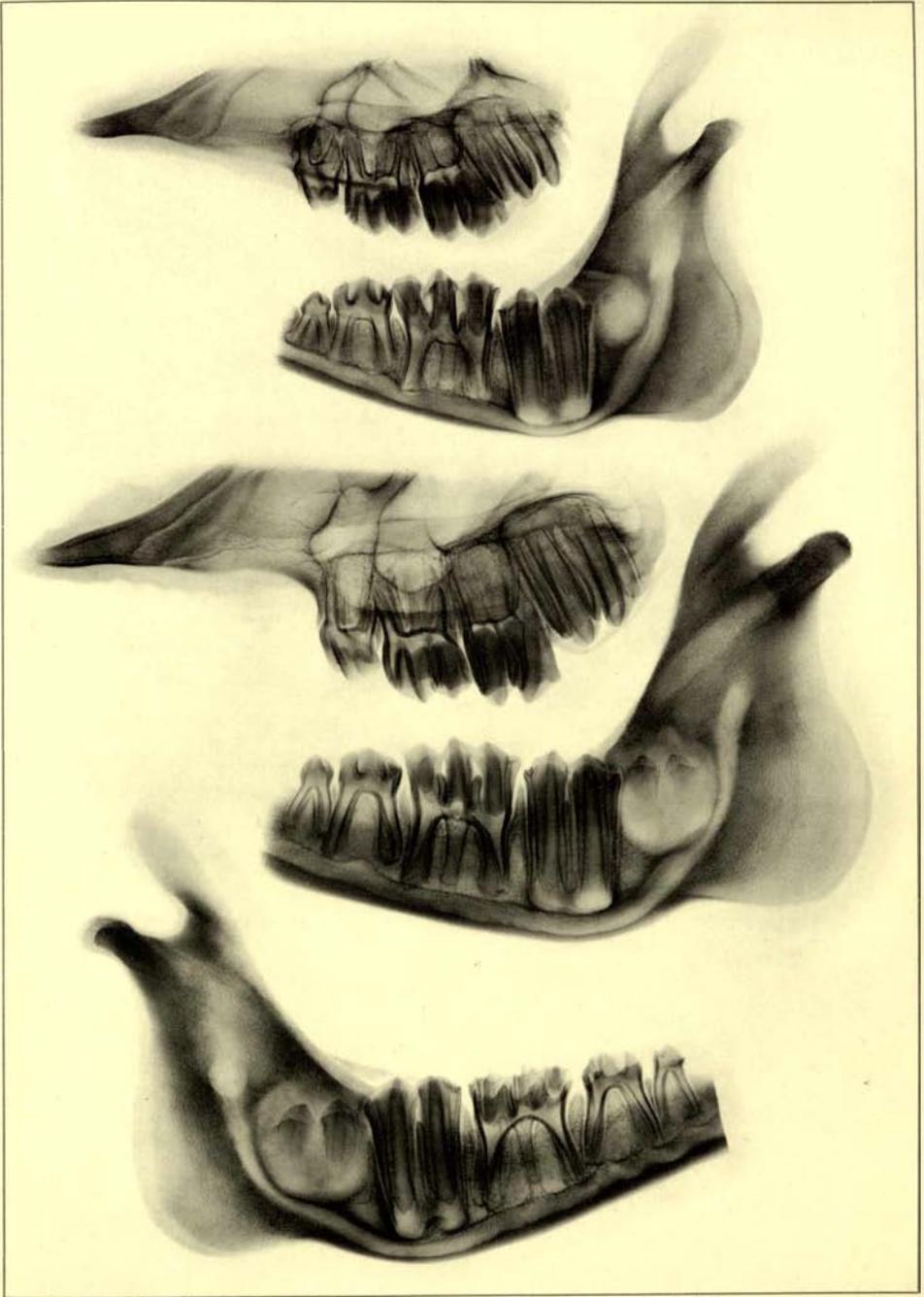












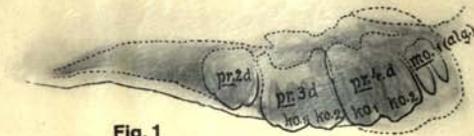


Fig. 1

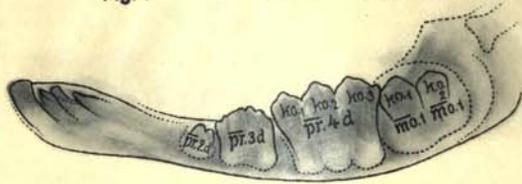


Fig. 2

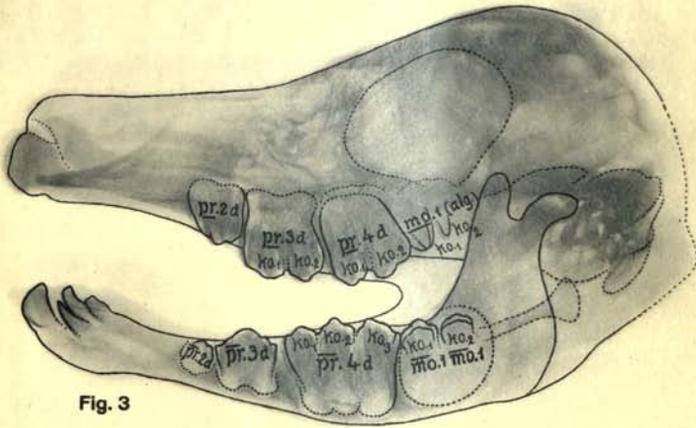


Fig. 3

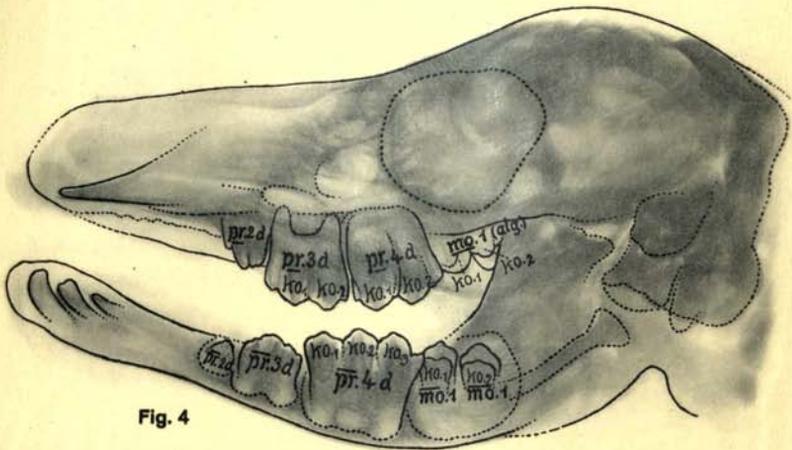
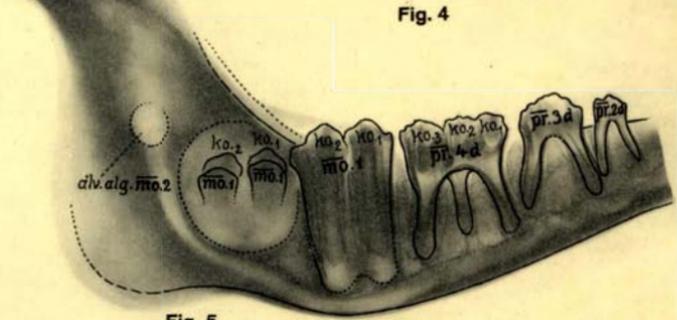
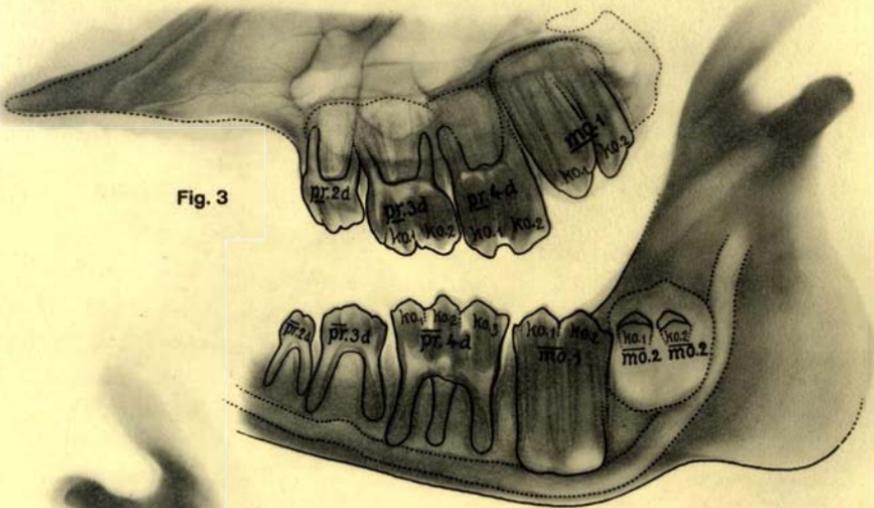
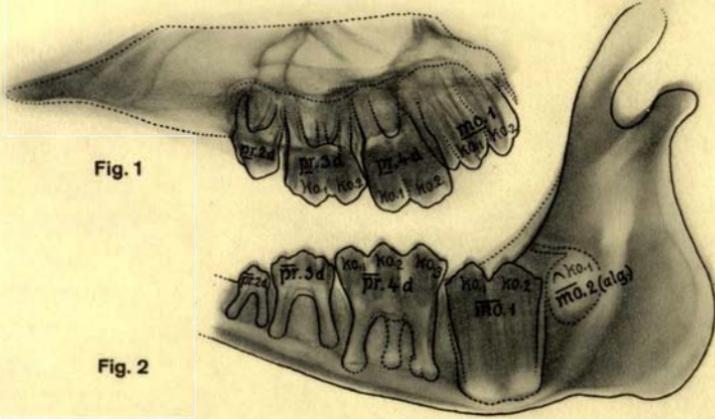
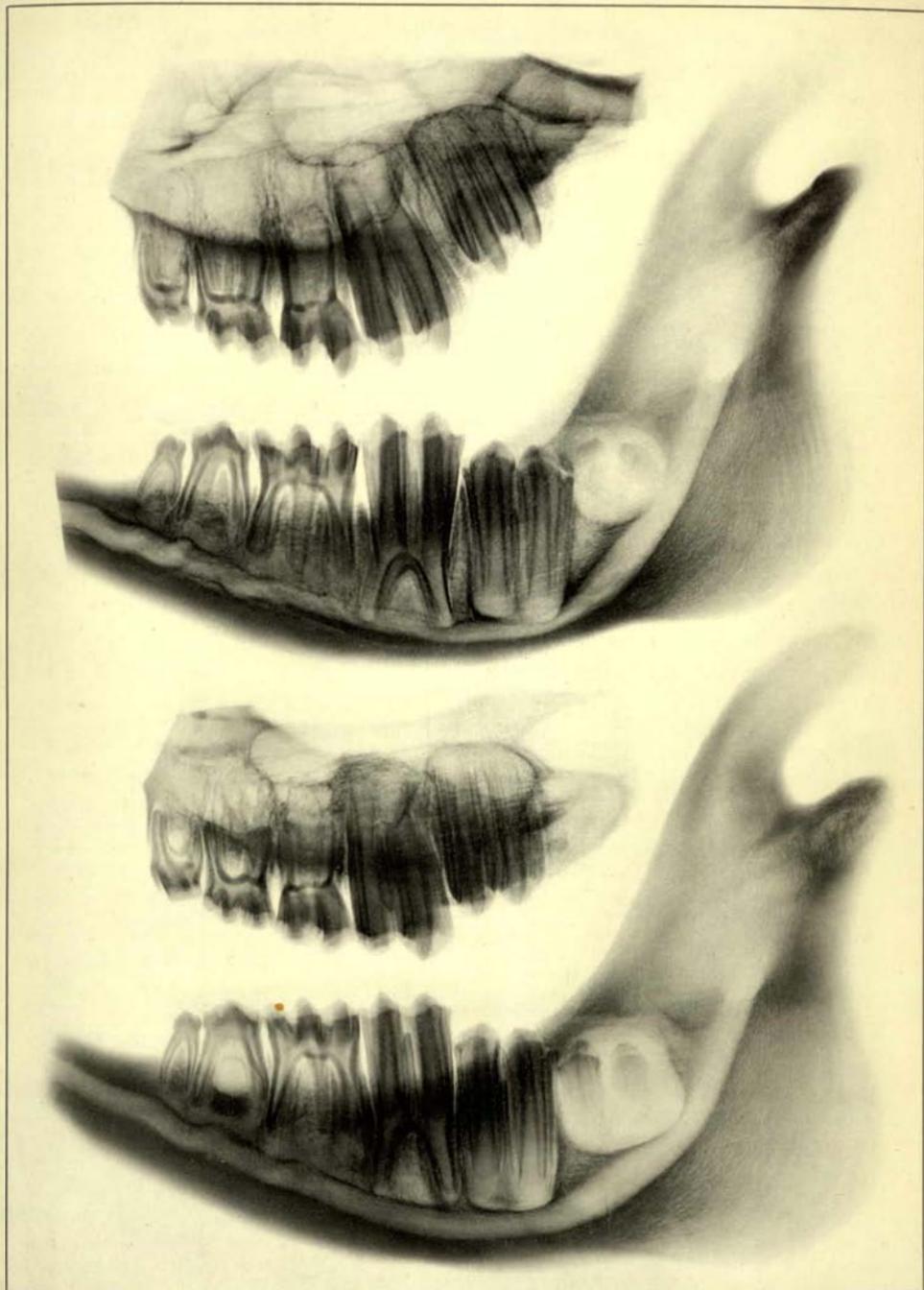
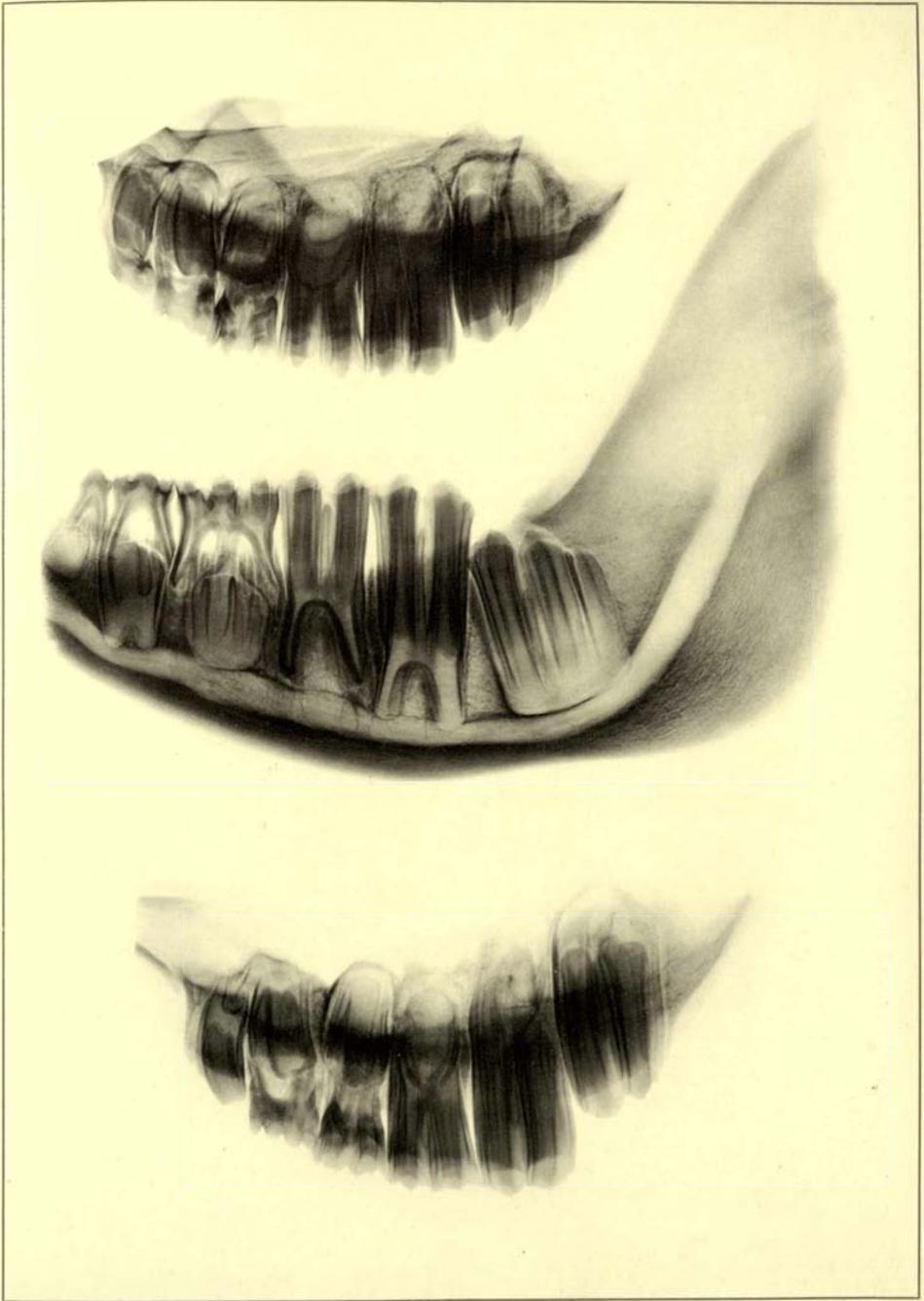


Fig. 4







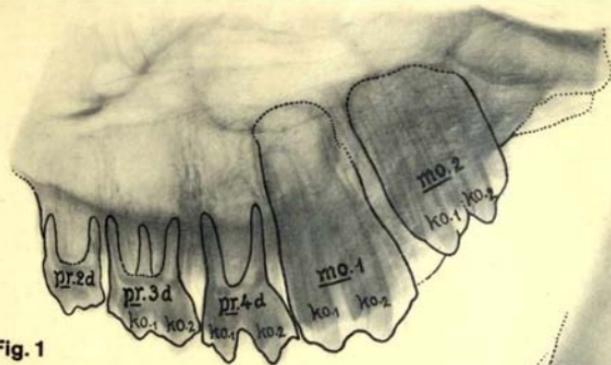


Fig. 1

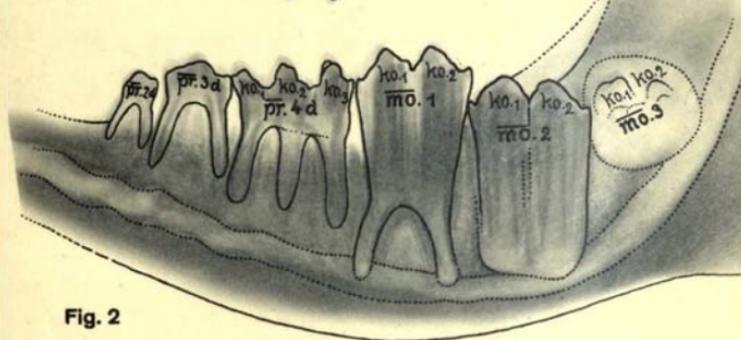


Fig. 2

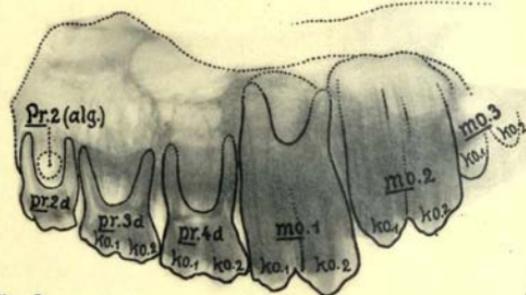


Fig. 3

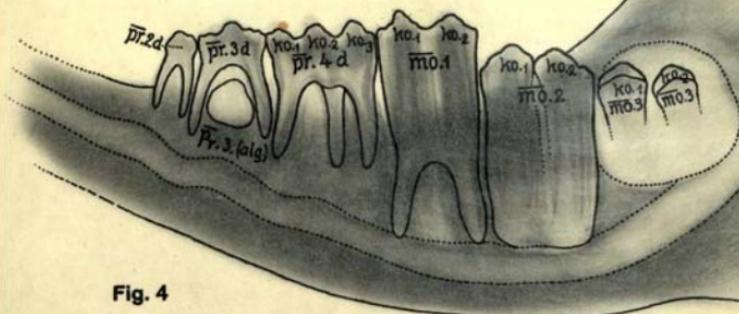
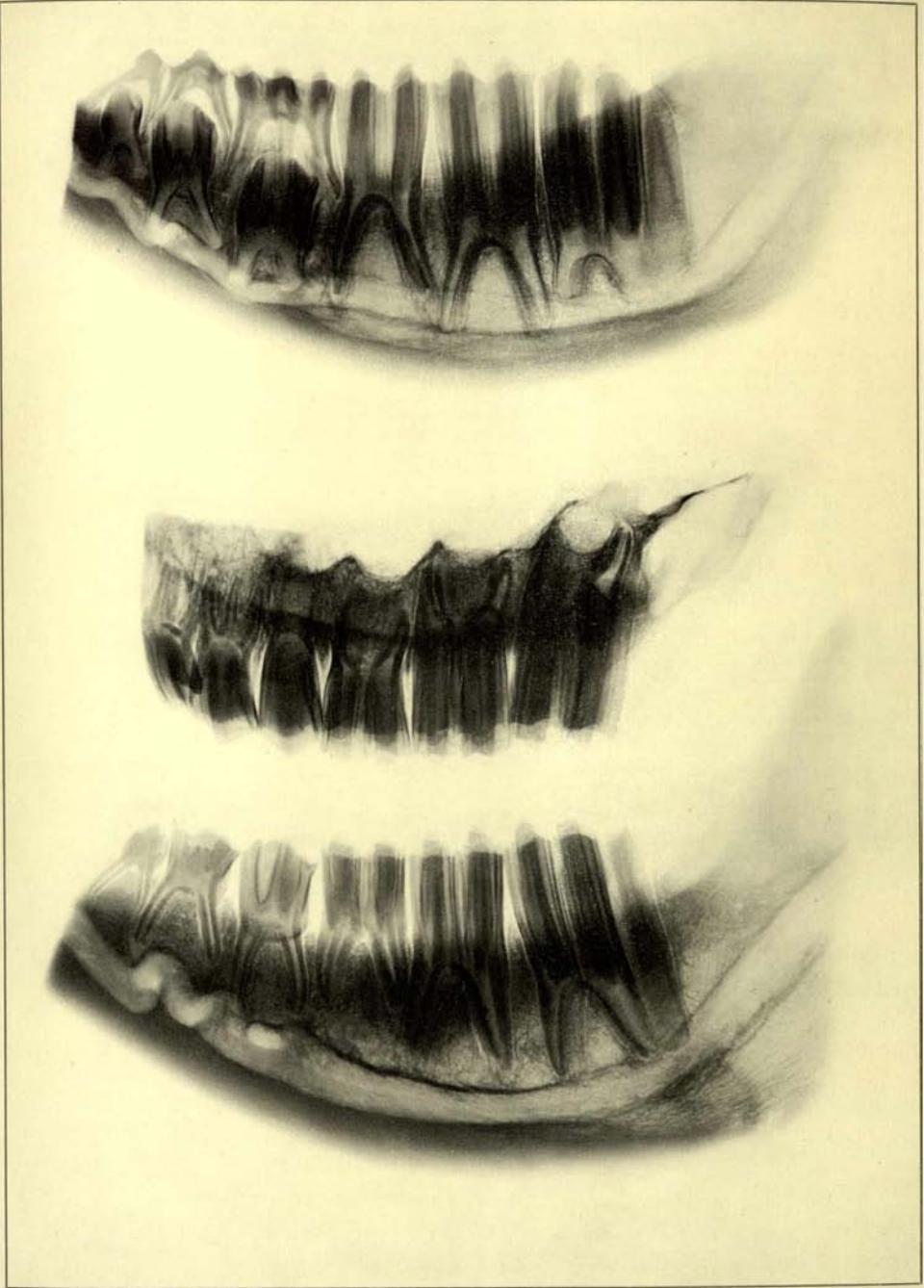
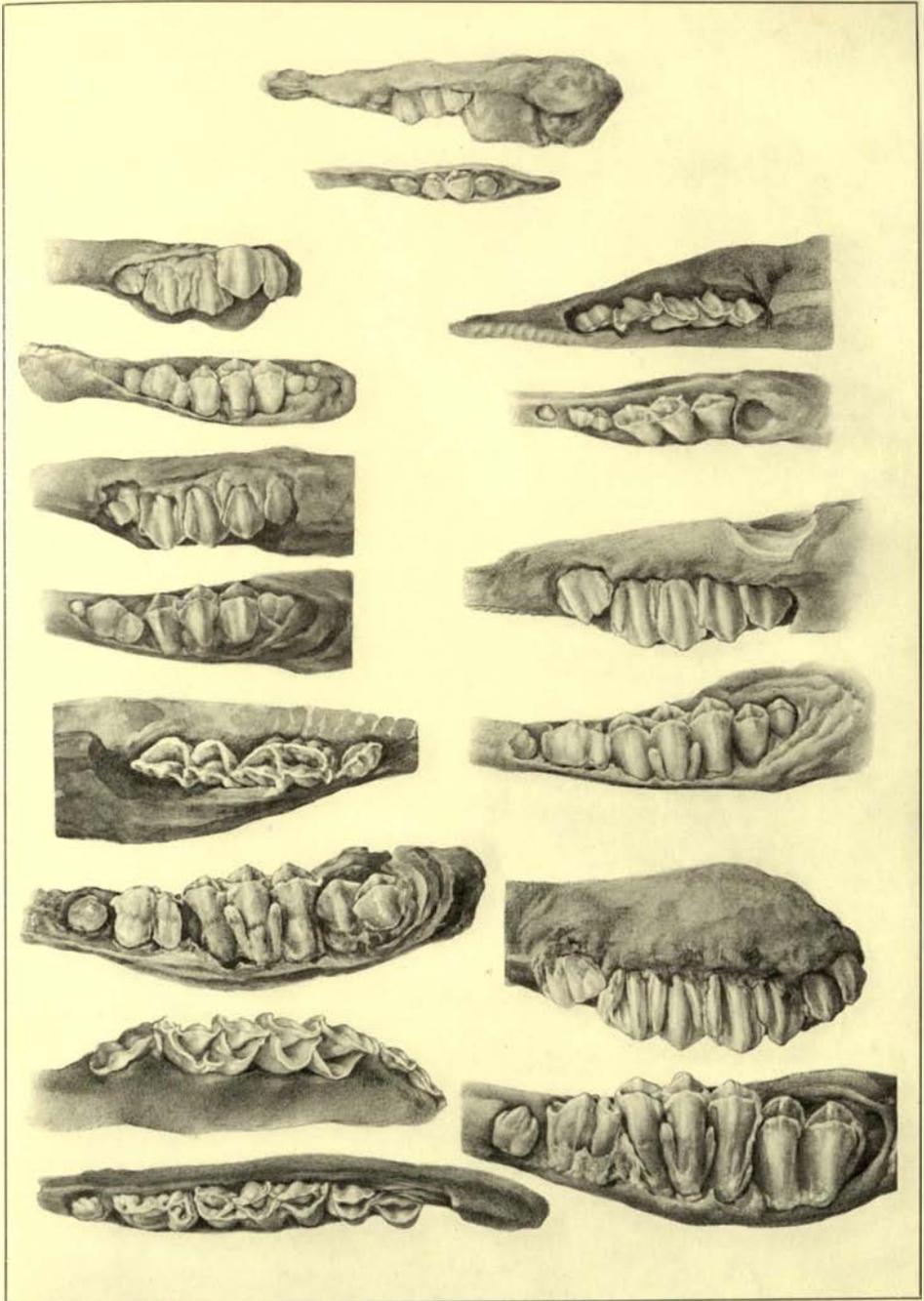


Fig. 4







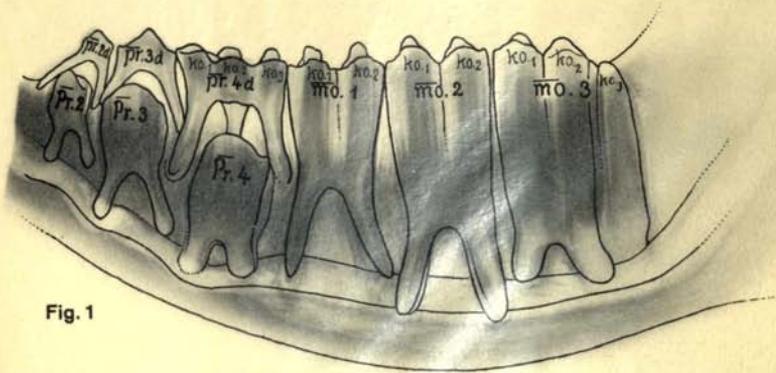


Fig. 1



Fig. 2

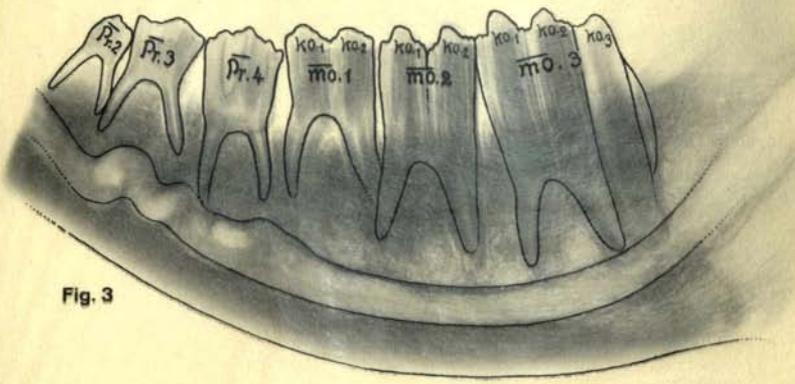
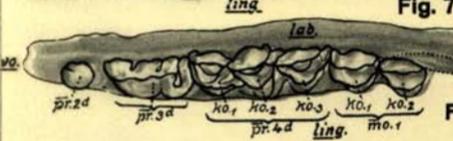
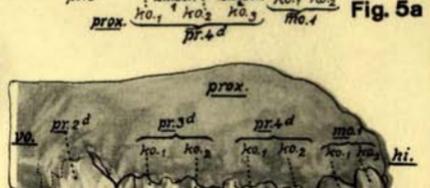
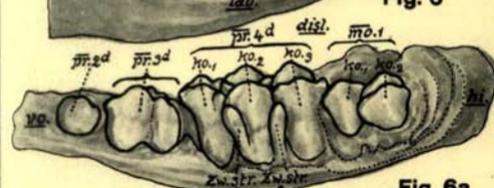
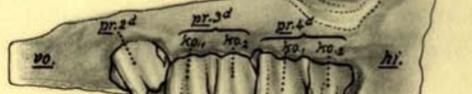
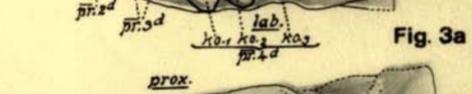
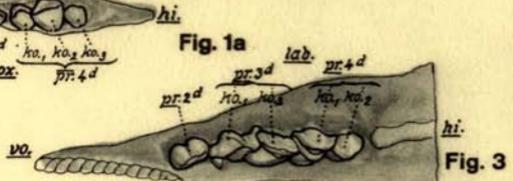
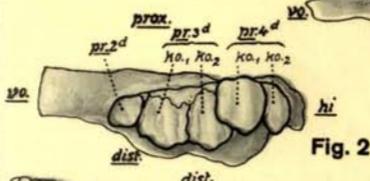
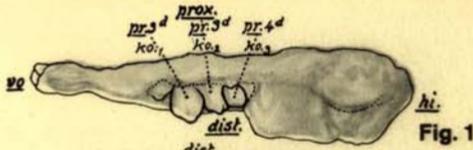


Fig. 3



## ZWEITER ABSCHNITT

# Ermittlungen über das Verhalten einzelner Zahnanlagen in der Entwicklung an Kiefern des Rindes an Hand histologischer Schnittpräparate

## Die innerhalb der Prämolaren und Molaren am Ober- und Unterkiefer auftretenden Entwicklungstypen

Aus dem vorigen Abschnitt ging hervor, dass den einzelnen Zähnen im Milch- und Definitivgebiss des Rindes verschiedene Bildungsmethoden bezüglich der Beteiligung einzelner Hartanlagen am Zahnaufbau zugrunde liegen. Während einzelne Zähne nur aus einer einzigen Hartanlage heraus sich entwickeln und aus diesem Grunde als einfach gebaute bezeichnet werden müssen, gehen andere aus 2, 3 oder sogar mehr Hartanlagen hervor, wenn die separat verkalkenden Becherwände als einzelne Kalkherde gerechnet werden, die später verschmelzen, sodass, statt eines einfach gebauten Zahnes, eine strukturell komplexe Zahnanlage in Erscheinung tritt, die, je nachdem 2 oder 3 Komponenten an ihrem Aufbau sich beteiligen, die Bezeichnung einer komplex gebauten zwei- oder einer komplex gebauten dreikomponentigen Anlage verdient.

In Übereinstimmung mit diesen Befunden stehen nun auch die Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte, deren Studium das Entstehen und Zustandekommen der Zahnbildungen und die Beziehungen der einzelnen Kalzifikationen zu den Weichanlagen und zum fertigen Zahn am Gebiss abklärt, indem den der Verhärtung später anheimfallenden geweblichen Unterlagen bereits innerhalb der Grundanlage eine Verschiedenartigkeit in der Entwicklung eigen ist, die dem verschiedenartigen Verhalten einzelner Hartbildungen zum späteren Zahn durchaus entspricht.

Wie die Untersuchungen lehren, folgen die vorderen und hinteren Backzähne schon in den Weichanlagen verschiedenen Entwicklungsmoden, die in der Art der Gestaltung des Kalzifikationsgeschehens und in der Art der röntgenologisch darstellbaren Umbildung der Anlagen in Hartgebilde offenkundig zu Tage treten.

Innerhalb der Reihe der Hartgebilde des ganzen Kieferzahnbestandes im Prämolar- und Molargebiss sind am Ober- und Unterkiefer folgende Entwicklungstypen auseinanderzuhalten:

### *A. Am Oberkiefer:*

- I. Die Entwicklung des einfachen, einkomponentigen bzw. einbecherigen, nicht zusammengesetzten Zahnes.
- II. Die Entwicklung des komplexen, zusammengesetzten, zweikomponentigen bzw. zweibecherigen Zahnes.

### B. Am Unterkiefer:

- I. Die Entwicklung des einfachen, nicht zusammengesetzten, einkomponentigen Zahnes.
- II. Die Entwicklung des komplexen, zusammengesetzten, zweikomponentigen bzw. zweibeckrigen Zahnes.
- III. Die Entwicklung des komplexen, zusammengesetzten, dreikomponentigen bzw. dreibeckrigen Zahnes.

Um in klarer Weise das Charakteristikum eines jeden einzelnen dieser Entwicklungstypen gleich hervorheben und das Gegensätzliche zu den andern Typen der Genese in jedem einzelnen Fall ins richtige Licht stellen zu können, möchten wir an Hand einfach gehaltener Schemen einige Phasen der Entwicklung in Bildern festhalten, die, kleineren Lehrmodellen vergleichbar, leicht den Gang der Entwicklung erkennen lassen und hernach, im Anschluss daran, aus der Fülle des Untersuchungsmaterials einige Belege anführen, die sich auf verschiedene Embryonalstadien der Zahnentwicklung beziehen und dem betreffenden Typus der Entwicklung folgen. Auf diese Weise dürfte auch derjenige, dem die Materie ferne liegt, leicht einen Einblick in die hier waltenden, im einzelnen verschiedenartigen, grundsätzlich aber übereinstimmenden Prinzipien der Zahnentwicklung erhalten.

Wir behandeln zunächst die am Oberkiefer in Erscheinung tretenden Typen, hernach diejenigen am Unterkiefer.

Bevor wir zur Beschreibung der einzelnen Entwicklungstypen übergehen, seien nur noch einige Angaben über die gehandhabte Mikrotechnik und das Aufnahmeverfahren der Mikrophotographie erlaubt.

### Gehandhabte Mikrotechnik

Die bei der Aufarbeitung des Materiales in Anwendung gebrachten Methoden für die Herstellung mikroskopischer Schnitte sind die folgenden:

#### 1. Präparation und Fixierung.

Kieferstücke oder ganze Kieferhälften wurden unter sorgfältiger Schonung der Zahnleistenränder und Zahnanlagen von äusseren Haut- und Muskulaturbelägen bestmöglich befreit und in lebensfrischem Zustand fixiert.

Als Fixierungsflüssigkeit diente die ZENKER'sche Lösung:

100 ccm Müllersche Flüssigkeit (2,5 g Kaliumbichromat, 1 g Natriumsulfat, 100 ccm aq. dest.),

2 g Sublimat,

5 ccm Eisessig (diesen als Zusatz unmittelbar vor dem Gebrauch dem Sublimat-Bichromatgemisch beigegeben).

#### 2. Auswaschung und Entsublimatisation.

In «Zenker» wurden die Objekte je nach ihrer Grösse 1-2 Tage belassen und hernach, nach gründlichem Auswaschen 1-2 Tage unter Verwendung von perforierten «Porzellan-Schwimmern» in fliessendem Wasser, in aufsteigender Alkoholreihe unter Jodjodkalium-Verwendung entsublimatisiert (in 50% Alkohol 12 Stunden; in 70% Alkohol 24 Stunden; in jodiertem Alkohol [Zusatz von Jodjodkaliumlösung bis Kognakfarbe] 1 Tag; in Alkohol ohne Jod bei mehrfachem Wechsel bis Schwund der Braunverfärbung des Alkohols ca. 5 Tage; in 90%igem Alkohol und 96%igem Alkohol je einige Tage).

#### 3. Entkalkung.

Nach Zurückbringung der Objekte in fliessendem Wasser für einen Tag erfolgte unter Verwendung von Salpetersäure (sp. G. 40; 7,5 ccm Säure auf 100 ccm aq. dest.) und Kontrolle des Hartzustandes der Objekte die Entkalkung, deren Endtermin auf Grund der P. GRÜNWARD'schen Methode<sup>1</sup> bestimmt worden ist (Verwendung einer Mischung von «Oxalsäurelösung — Ammoniak» [3%ige Lösung, 3 Teile — konz. Lösung, sp. G. 0,910, 1 Teil] als Indikator [weisser Niederschlag bei Anwesenheit von Kalzium!] bzw. Reagens zur Bestimmung des Endtermins, ein Prozess, dessen Dauer verschiedene Zeitwerte ergab [9 Stunden bei Materialverwendung eines 17,6 cm langen Embryo; 6 Tage bei einem 45,7 cm langen Föten; 11 Tage bei Material von 91,0 cm Kopfsteisslänge]).

Zum Zwecke der Vermeidung einer Quellung gelangten die Objekte bei dreimaligem Wechsel der Flüssig-

GRÜNWARD, P.: Eine Methode zur Bestimmung des Endtermins der Entkalkung. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, Bd. 49, H. 2, 1932.

keit und nachherigem Auswaschen in fließendem Wasser (1-2 Tage) für einen Tag in eine 5%ige Natriumsulfatlösung, worauf die Entwässerung des Materials in aufsteigender Alkoholreihe erfolgte.

#### 4. Entwässerung und Überführung der Objekte in Celloidin.

Die Objekte wurden verbracht:

in 50%igen Alkohol 12 Stunden;	} je unter Wechsel der Flüssigkeit
in 70%igen Alkohol 3 Tage;	
in 80%igen Alkohol bis zu 5 Tagen;	
in 90%igen Alkohol bis zu 5 Tagen;	
in 96%igen Alkohol bis zu 4 Tagen;	
in Alkohol absolut. bis zu 4 Tagen.	

Die zeitlichen Angaben in betreff des Verweilens der Objekte im Alkohol beziehen sich auf Durchschnittswerte, die bei kleinen Objekten niedriger, bei grösseren höher anzusetzen sind.

#### 5. Einbettung und Schnitttechnik.

Als Intermedium zur Celloidindurchtränkung wurde ein Aether-Alkohol ( $\overline{aa}$ ) verwendet, der die Objekte für einen Tag aufnahm, und aus welchem sie ususgemäss gelangten:

in eine 2%ige Celloidinlösung (1 Monat bis  $\frac{1}{2}$  Jahr),  
 in eine 4%ige Celloidinlösung (für dieselbe Zeitdauer),  
 in eine 8%ige Celloidinlösung (für ca. 1 Monat).

Zur definitiven Einbettung wurde eine ca. 12%ige Celloidinlösung verwendet, zu deren Anhärtung Schwefelsäure und Alkoholdämpfe beigezogen wurden.

Die Aufbewahrung der Blöcke geschah in 70%igem Alkohol.

Die Zerlegung des Materials erfolgte unter Verwendung eines grossen REICHERT'schen Schlittenmikrotoms in Serien von ca. 30-60  $\mu$  dicken, oral-okzipital und labio- bzw. bucco-lingual geführten Längs- und horizontal gerichteten Querschnitten, die, in 70%igem Alkohol aufgefangen, durchmustert und zur weiteren Verarbeitung (Färbung und Einschluss) unter Lupe und Mikroskop, wenn die totale Montage vorläufig nicht in Frage kam, aussortiert wurden. Dies geschah bei gleichzeitiger Verbringung der Restschnitte unter Wahrung der Schnittfolge in Terpeneol (aus 70%igem, dann 90%igem Alkohol), aus welchem heraus die Aufbewahrung des Materials zwischen zwei Lagen von mit Terpeneol durchtränkten, dünnen Transparentpapieren erfolgte, um gegebenenfalls jederzeit einen Nachtrag ermöglichen zu können.

Die Entsublimatisierung der sofort verarbeiteten Schnitte erfolgte in 80%igem Alkohol mit einigen Tropfen Jodjodkaliumlösung für 15 Minuten unter nachheriger Verwendung von einer 0,25%igen Natrium-Thiosulfatlösung (unter mehrfachem Wechsel!) für ca. 2 Stunden.

Gute Durchwässerung in aq. dest., Einzelfärbung der Schnitte in HANSEN'schem Hämatoxylin für 5 Minuten, Nachfärbung in Pikrofuchsinlösung nach VAN GIESON bei Zwischenschaltung von Leitungswasser zum Zwecke einer guten Durchwässerung und Fixation des Farbstoffes, Differenzierung und Entwässerung in 80- und 96%igem Alkohol für je 2 Minuten unter Wechsel der Flüssigkeiten, Überführung in Karbolxylol für 5 und Xylol pur. für 3 Minuten, Einschluss in balsamum Canadense, sind die im mikrotechnischen Arbeitsprogramm weiter befolgten Prozeduren in der Schnitttechnik.

## Die mikrophotographischen Bildaufnahmen

Bei der Durchführung der mikrophotographischen Aufnahmen wurde die von C. Zeiss, Jena, gebaute, auf Hochst.- und fahrbarem Röhrengerüst montierte Kamera 24 $\times$ 30, ein umgelegtes Forschungsmikroskop mit weitem Tubus von C. Zeiss, ein die optische Bank, die Beleuchtungslinsen und das Lampengehäuse tragender, ebenfalls fahrbarer Arbeitstisch verwendet. Als Lichtquelle diente eine Punktlicht- (Wolframbogen-) Lampe. Die scharfe Einstellung wurde unter Benützung einer Fernstelleinrichtung auf einer Spiegelglasscheibe mit Einstell-Lupe vorgenommen. Die bei den einzelnen Aufnahmen verwendete Optik und die Spezialapparate sowie der Vergrößerungsmaßstab und die Expositionszeiten sind in den Bildlegenden zu den mikrophotographischen Illustrationstafeln angegeben, wo auch alle wünschbaren Angaben über das der Bildreproduktion zugrunde liegende Material und das Aufnahmeobjekt eingetragen sind.

## A. Die beobachteten Entwicklungstypen am Oberkiefer

### I. Die Entwicklung des einfachen, einkomponentigen oder einbecherigen, nicht zusammengesetzten Zahnes

Diesem Typus folgen in der Entwicklung der Prämolare pr. 2<sup>d</sup> im laktealen und die Prämolare 2 (Pr. 2), 3 (Pr. 3) und 4 (Pr. 4) im Dauergebiss.

#### 1. Das für den vorliegenden Typus der Entwicklung geltende allgemein orientierende Schema (Schema A)

Als Ausgangsstadium für die Zahnentwicklung diene eine Phase der Organogenese, in welcher das Schmelzorgan die Zahnpapille kappenartig umfasst (Fig. a). Auf dem Schnitt durch die Zahnanlage und der sie in ihren ersten Anfängen aufbauenden Komponenten gewahrt man (Fig. a') die das Schmelzorgan umkleidenden beiden Epithelschichten, das äussere und das innere Schmelzepithel mit den am Saum der Schmelzkappe vorliegenden Umschlagstellen und der zwischen äusserem und innerem Epithel des Schmelzorganes gelegenen Schmelzpulpa. In einer ergänzungsweise wiedergegebenen, in anderer Sicht die Anlage veranschaulichenden Abbildung (Fig. a''), auf welcher dem Beschauer die proximal gelegene Kuppe des bis auf die basalen Teile vom Schmelzorgan befreiten Papillarkörpers entgegentritt, erscheint dieser in gleichmässiger Rundung. Auf dieser Stufe der Ausbildung tritt in einer weiteren Phase der Entwicklung (Fig. b) eine Änderung ein. Der Papillarkörper zeigt bei nämlicher Präparation eine leichte Delle, bezw. eine zentrale Vertiefung am freien Kuppenpol, welche von einer entsprechenden Ausstülpung am Schmelzorgan, das mit seinem innern Schmelzepithel und der Schmelzpulpa sich in die Grube einsenkt, gefolgt ist (Fig. b'). Das äussere Schmelzepithel am Schmelzorgan bleibt von dieser Aussackung zunächst unberührt (wird aber später von ihr nachträglich in den Faltenprozess einbezogen [Fig. c, d und (d)]). Inzwischen werden die Unterschiede in der Dicke des äusseren und inneren Schmelzepithels (Adamantoblastenschicht) deutlicher (Fig. b' und Fig. c), und es stellen sich auch in nicht übersehbarer Deutlichkeit im Gewebe der Zahnpapille die Odontoblasten ein, was bereits in Fig. b' veranschaulicht ist. Die Ausbildung einer Kundengrube im Papillarkörper wirkt sich nunmehr im Verhalten der die Papillarkörperwandaanlage mantelförmig überdeckenden Schmelzpulpa aus, und es beginnt allmählich auch die Delle an der Oberfläche des Schmelzorganes in Erscheinung zu treten (Fig. c). Von seiten der Odontoblasten (rote punktierte Linie im schematischen Schnitt) beginnt die Dentinbildung, wobei zunächst eine Lage von unverkalktem Prädentin (orangefarbene Zone) zur Abscheidung kommt, über das sich Lagen von verkalkten Dentinschichten (rote Zone im labio-lingualen Schnitt durch die Zahnanlage) ausbreiten. Wenig später erscheint an den distalsten Partien der Zahnanlage seitens der Ameloblasten bezw. Adamantoblasten ausgeschiedener Schmelz (dicke blaue Linie).

Ausscheidung von Dentin und Schmelzsubstanz unter Reduktion des Lumens des mit dem Papillarkörper bezw. Pulpagewebe erfüllten Pulparaumes (weiches Papillarkörpergewebe) führen zur Bildung eines einfachen Zahnbeckers (Fig. d und [d]), dessen Kundengrube durch Neuanlagerung von Gewebesubstanzen im Bereich der weichen, aus Adamantoblasten und Odontoblasten formierten Bildungsepithelien (also in der Gegend des Kundengrubengrundes) immer mehr an Tiefe gewinnt und dessen Papillarkörper (Pulpagewebe) immer mehr zufolge der zunehmenden Prädentin- bezw. Dentinbildung zugunsten der Hartschichtablagerung seinen ursprünglichen Charakter verliert.

Hernach erfolgt unter Heranziehung der in Betracht fallenden Teile der Papillarkörper- und Schmelzorgananlage die Wurzelbildung (Fig. e und Fig. f), indem zunächst an der Basis des Zahnes in einer Fortsetzung des Zahnbechers die Becherwandteile zu weiterem Auswachsen gelangen und eine gemeinsame Wurzelanlage gebildet wird, die dann im einzelnen Fall in verschiedener Weise, je nachdem dieser oder jener Zahn, dessen Entwicklung obigem Schema folgt, vorliegt, aus sich heraus Wurzeläste entstehen lässt (wir haben in unserem Schema gleich einen konkreten Fall wiedergegeben; es sind die Wurzelverhältnisse von Pr. 2 und Pr. 4 in Berücksichtigung gezogen).

Typisch für diesen Entwicklungsgang ist die Aufrechterhaltung eines einheitlichen, unaufgelappten Papillarkörpers. Bemerkenswert ist die Ausbildung eines in Einzahl auftretenden Zahnbechers mit einer typischen Kunden-grube, die von einem Schmelzbelag allseitig ausgekleidet wird. Die Wandmassen der Kunden-grube bauen sich zum grössten Teil aus von seiten der Odontoblasten gebildetem Prädentin oder Dentin auf. Zwischen den Prädentin- und Odontoblastenlagen, die nach der Kundengrube und nach der äussern Becherwand zu zur Ablagerung kommen, befindet sich im eingeeengten Pulparaum, wie die labio-lingualen Längsschnitte durch die Becherwände zeigen, das noch aus dem Papillarkörper hervorgegangene Pulpagewebe (Fig. [d], e und f), das in dem Masse, wie die Dentinschichten an Mächtigkeit zunehmen, selber an Masse abnimmt. In Fig. f haben wir die in der bukkalen Zahnbecherwandfläche in der Mitte und an den Seiten auftretenden Ausbuchtungen angedeutet, die äusserlich in der Mitte der Wand in Form einer mittelständigen Längsleiste («Hauptleiste» an der Becherwand), am vorderen und hinteren Seitenrand in Form von zwei Seitenleisten («Seiten-» oder Nebenleisten) zur Ausbildung gelangen, während an der Innenfläche der bukkalen Wandfläche die mittelständige Ausbuchtung eine Einengung der Kundengrube zur Folge hat, welche auf einem durch den Becherzahn gehenden Querschnitt am Oberkiefer halbmondförmig erscheint, mit konvex gebogenem Rand nach der Lingual-, mit konvex gebogenem Rand nach der Bukkalseite.

An der lingualen Wand des Zahnbechers, die der künftigen knöchernen Kieferwand anliegt, kommt es zu einer mehr ausgeglichenen Ausbuchtung im Sinne einer starken Wandwölbung. Aber auch hier setzen sich an die linguale und an die bukkale, die innere Kundenwand begrenzende Wandfläche ausser den Schmelzbelägen Prädentin- und Dentinmassen an, wodurch das Pulpagewebe, das wie an der bukkalen Becherwand in den Seitenteilen bis auf einen schmalen Zwischensaum eingeeengt wird, auch hier in seiner Ausdehnung eine entsprechende Einschränkung erfährt, während es in der Gegend der mittleren Wandstelle, da, wo die eigentliche Ausbuchtung wahrzunehmen ist, in Form einer distalwärts sich verjüngenden Säule von der Basis des Zahnes nach dem Zahnbecherrand aufsteigt, mit einer aus Prädentin bestehenden Aussenschicht. Die Berücksichtigung dieser Verhältnisse ist wichtig. Aus dieser das Strukturbild kennzeichnenden Verteilung härtester, harter und weicher Substanzen ergeben sich die im Strukturbild der Mahlfläche bei Abnutzung der Zähne zum Ausdruck kommenden Veränderungen, welche später an Querschnitten durch die Zähne illustriert werden sollen.

## 2. Mikroskopische Schnittbilder von Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem eben besprochenen und im Schema A erläuterten Typus der Genese folgen

### Schnittbilder von der Prämolare pr. 2<sup>d</sup>-Anlage im Milchgebiss

Zahlreiche lückenlose Schnittserien (siehe Schnittserien-Tabelle) von der Prämolare pr. 2<sup>d</sup>-Anlage an Oberkiefern verschiedenaltiger Rinderembryonen erbrachten den Nachweis, dass

**Schema A****Schema zur Veranschaulichung der Entwicklung eines einfachen, einkomponentigen, bzw. einbecherigen, nicht zusammengesetzten Zahnes am Oberkiefer.**

**Fig. a)** Papillarkörper (pa. kö.) mit proximal aufgelagertem Schmelzorgan (schm. org.). An diesem ein Stück des Schmelzglockenstiels (schm. org. sti.).

**Fig. a')** Medianer Längsschnitt durch den Papillarkörper und das Schmelzorgan. Man sieht das dem Papillarkörper direkt aufliegende innere Schmelzepithel (i. schm. ep.: stärker ausgezogene blaue Linie) und das das Schmelzorgan nach aussen abgrenzende äussere Schmelzepithel (ä. schm. ep.). Die blaue kolorierte Fläche repräsentiert die Schmelzpulpa (schm. pu.).

**Fig. a'')** Blick auf den Papillarkörper nach Entfernung der zentralen Teile des Schmelzorganes bei Belassung dessen randständigen Teile (ä. schm. ep.; i. schm. ep.; schm. pu.). Der Papillarkörper (pa. kö.) ist ungefächert, ungelappt.

**Fig. b)** Papillarkörper (pa. kö.) nach Abtragung des Schmelzorgangewebes bis auf die restlichen Randteile (ä. schm. ep.; i. schm. ep.; schm. pu.). Einfache Vertiefung als Anlage der Kundengrube (ku. gr. alg.) im Zentrum des Papillarkörpers.

**Fig. b')** Labio-lingualer Schnitt durch die Zahnanlage. Papillarkörper mit einfacher Einstülpung (ku. gr. alg.). Einstellung der Odontoblasten (od. bl. sch.). Der in Bildung begriffenen grubenartigen Vertiefung am Papillarkörper (Kundengrubenanlage) entspricht am Schmelzorgan ein gegen diesen vortreibender Gewebepropf (Faltenbildung am innern Schmelzepithel).

**Fig. c)** Labio-lingualer Längsschnitt durch die Zahnanlage. Weiter fortgeschrittenes Entwicklungsstadium. Reduktion der Schmelzpulpa (schm. pu.) am Schmelzorgan, an dem die zur Kundenbildung führende Faltung sichtbar wird. Zelllage der Odontoblasten (od. bl. sch.), die bereits verkalktes Dentin (v. dent.) abgesondert hat.

**Fig. d)** Labio-lingualer Längsschnitt durch die Zahnanlage. Ähnliches Entwicklungsstadium wie in Fig. c), Anlage jedoch grösser. Die über den Odontoblasten gelegene Substanzschicht unverkalkten Dentins (u. v. dent.) vom verkalkten, älteren Dentin (v. dent.) in besonderer Schicht überlagert. Kundengrubenanlage weiter entwickelt. Grube tiefer, z. T. vom Gewebe des Schmelzkörpers ausgefüllt.

**Fig. [d])** Entsprechendes Schnittbild wie auf Fig. d), jedoch Primärpapille der Anlage und Plastizität des jungen Zahnes mitberücksichtigt.

**Fig. e)** Beginn der Wurzelbildung am Zahnkörper. Gewebe der Matrix des Papillarkörpers (ma. pa. kö. z. alg.) über den Anlagen der Zahnwurzeläste zum Zwecke der Darstellung dieser entfernt.

**Fig. f)** Zahnanlage nahezu voll entwickelt. Stärkere Entwicklung der Schmelzbeläge (schm.) und der darunter gelegenen Dentinschichten (v. dent.; u. v. dent.) auf der Anschnittfläche des Zahnes. \*\* — \*\*: Eingang in die schlitzzartig geformte Kauflächen- bzw. Kundengrube (ku. gr.), die als innere Auskleidung ihres Grubenlumens einen Schmelzbelag aufweist. Linguale und labiale Kundenwand von einer Schmelzschicht, einer Schicht unverkalkten (u. v. dent.) und einer Schicht verkalkten Dentins (v. dent.) aufgebaut. Zwischen Kundenwand und Becherwand labial und lingual reduzierter Pulpasraum mit Pulpagewebe (pu. hö.) und Odontoblasten. Ausbildung einer Hauptleiste und zweier seitlicher Nebenleisten an der labialen (bukkalen) Becherwand.

*Erklärungen der Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung der Anlagen beziehen:*

hi. = hinten	dist. = distal	lab. = labial (bukkal)
vo. = vorn	prox. = proximal	ling. = lingual

*Erklärungen der Abkürzungen, die auf einzelne Teile von Zahnanlagen bezug nehmen:*

ä. schm. ep.	= äusseres Schmelzepithel	ma. pa. kö. z. alg.	= Matrix des Papillarkörpers der Zahnanlage
hi. wu. alg.	= hintere Wurzelastanlage	od. bl. sch.	= Odontoblastenschicht
hpt. l.	= Hauptschmelzleiste an der labialen Zahnbecherwand	pa. kö.	= Papillarkörper
i. schm. ep.	= inneres Schmelzepithel	pu. gw.	= Pulpagewebe
ku. gr.	= Kundengrube	pu. hö.	= Pulpahöhle
ku. gr. alg.	= Kundengrubenanlage	schm.	= Schmelz
lab. hi. wu.	= labiale hintere Zahnwurzel	schm. org.	= Schmelzorgan
lab. be. wd.	= labiale Becherwand	schm. org. sti.	= Schmelzorganstiel
lab. wu. alg.	= labiale Wurzelastanlage	schm. pu.	= Schmelzpulpa
lab. vo. wu.	= labiale vordere Zahnwurzel	s. ne. l.	= seitliche Nebenleiste an der labialen Zahnbecherwand
ling. be. wd.	= linguale Zahnbecherwand	u. v. dent.	= unverkalktes Dentin
ling. wu. alg.	= linguale Wurzelastanlage	v. dent.	= verkalktes Dentin

Schema A

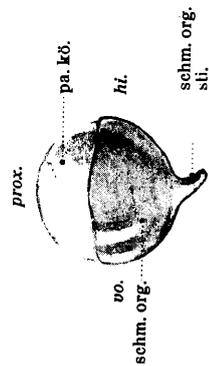


Fig. a

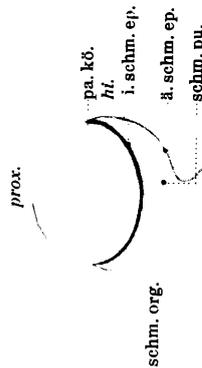


Fig. a'

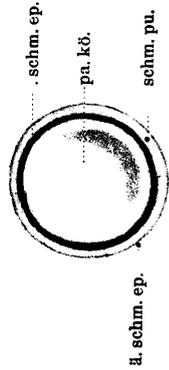


Fig. a''

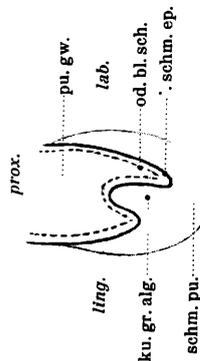


Fig. b

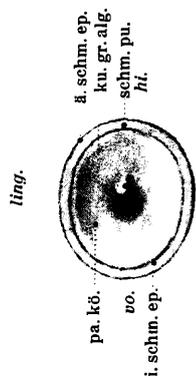


Fig. b

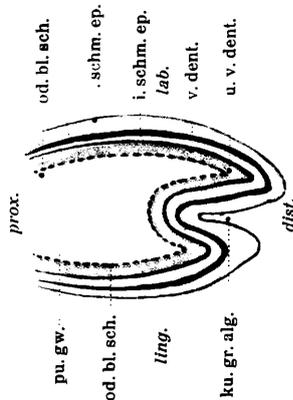


Fig. c

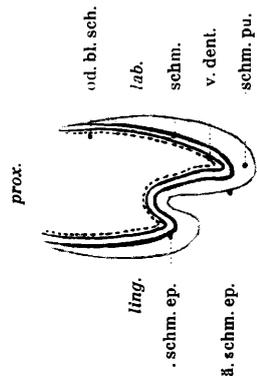


Fig. c

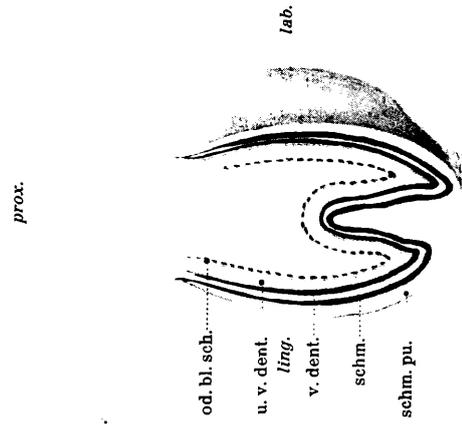


Fig. (d)

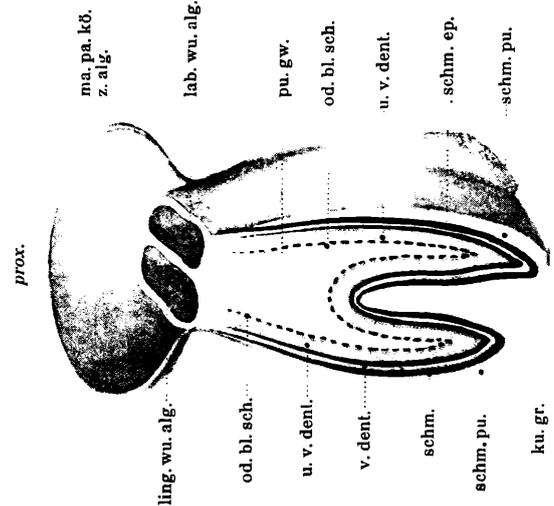


Fig. e

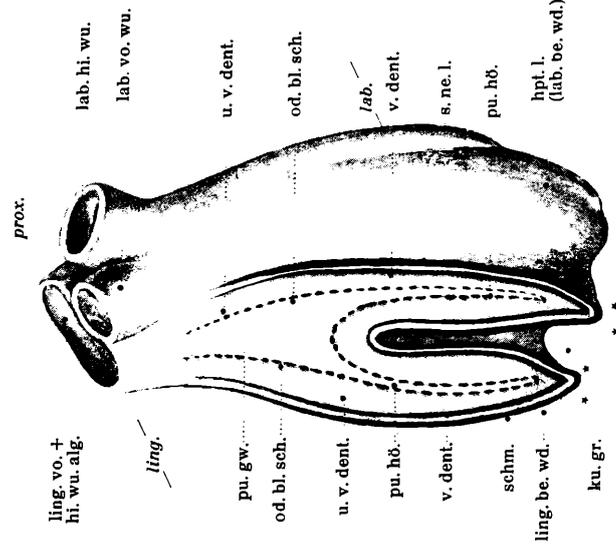


Fig. f

# Übersicht über die in die Untersuchung einbezogenen Schnittserien von Zahnanlagen an Kiefern verschiedenaltiger Rinderföten

(Material nach aufsteigenden Kopfsteisslängen geordnet)

Lauf. Nr.	Rind				Schnitt- serie	Schnitt- richtung	Schnittzahl innerhalb der Serie
	Nr.-Bez.	Ge- schlecht	Kopf- steisslänge	Verarbeitetes Material			
1	Ri. 394		4.6 cm	ganzer Kopf	Serie 37	L. <sup>1</sup>	1—182
2	Ri. 499	♂	9.0 cm	rechter Oberkiefer	63	Q. <sup>2</sup>	1—94
3	Ri. 499	♂	9.0 cm	rechter Unterkiefer	64	Q.	1—89
4	Ri. 395	♂	10.5 cm	rechter Ober- u. Unterki.	38	L.	1—143
5	Ri. 396	♂	11.7 cm	rechter Ober- u. Unterki.	39	L.	1—134
6	Ri. 498	♀	11.8 cm	rechter Oberkiefer	61	Q.	1—131
7	Ri. 498	♀	11.8 cm	rechter Unterkiefer	62	Q.	1—107
8	Ri. 386	♀	12.2 cm	rechter Oberkiefer	40	Lab./Ling. <sup>3</sup>	1—760
9	Ri. 386	♀	12.2 cm	rechter Unterkiefer	41	Lab./Ling.	1—401
10	Ri. 313	♀	14.5 cm	rechter Oberkiefer	XIX	L.	1—118
11	Ri. 313	♀	14.5 cm	rechter Unterkiefer	XX	L.	1—63
12	Ri. 361	♂	14.8 cm	rechter Oberkiefer	23	L.	1—80
13	Ri. 361	♂	14.8 cm	rechter Unterkiefer	24	L.	1—69
14	Ri. 500	♀	15.3 cm	rechter Oberkiefer	55	Q.	1—134
15	Ri. 500	♀	15.3 cm	rechter Unterkiefer	56	Q.	1—140
16	Ri. 384	♀	16.7 cm	rechter Oberkiefer	29	L.	1—101
17	Ri. 384	♀	16.7 cm	rechter Unterkiefer	30	L.	1—93
18	Ri. 387	♂	17.6 cm	rechter Oberkiefer	51	Lab./Ling.	1—459
19	Ri. 387	♂	17.6 cm	rechter Unterkiefer	52	Lab./Ling.	1—566
20	Ri. 383	♂	18.7 cm	rechter Oberkiefer	27	L.	1—158
21	Ri. 383	♂	18.7 cm	rechter Unterkiefer	28	L.	1—109
22	Ri. 369	♀	19.5 cm	rechter Oberkiefer	21	L.	1—87
23	Ri. 369	♀	19.5 cm	rechter Unterkiefer	22	L.	1—55
24	Ri. 360	♀	20.0 cm	rechter Oberkiefer	42	Q.	1—201
25	Ri. 360	♀	20.0 cm	rechter Unterkiefer	43	Q.	1—215
26	Ri. 385	♂	21.4 cm	rechter Oberkiefer	53	Lab./Ling.	1—714
27	Ri. 385	♂	21.4 cm	rechter Unterkiefer	54	Lab./Ling.	1—797
28	Ri. 312	♂	23.0 cm	rechter Oberkiefer	31	L.	1—149
29	Ri. 312	♂	23.0 cm	rechter Unterkiefer	32	L.	1—72
30	Ri. 381	♀	25.0 cm	rechter Oberkiefer	25	L.	1—159
31	Ri. 381	♀	25.0 cm	rechter Unterkiefer	26	L.	1—131
32	Ri. 317	♂	26.0 cm	rechter Oberkiefer	33	Q.	1—176
33	Ri. 317	♂	26.0 cm	rechter Unterkiefer	34	Q.	1—213
34	Ri. 311	♀	29.5 cm	rechter Oberkiefer	35	Lab./Ling.	1—776
35	Ri. 311	♀	29.5 cm	rechter Unterkiefer	36	Lab./Ling.	1—804
36	Ri. 274	♀	34.5 cm	rechter Oberkiefer	XVII	L.	1—168
37	Ri. 274	♀	34.5 cm	rechter Unterkiefer	XVIII	L.	1—104
38	Ri. 156	♂	ca. 38 cm	rechter Oberkiefer	II	L.	1—143
39	Ri. 156	♂	ca. 38 cm	linker Oberkiefer	I	L.	1—134
40	Ri. 156	♂	ca. 38 cm	rechter Unterkiefer	IV	L.	1—157
41	Ri. 156	♂	ca. 38 cm	linker Unterkiefer	III	L.	1—170
42	Ri. 356	♂	49.5 cm	rechter Oberkiefer	65	L.	1—223
43	Ri. 356	♂	49.5 cm	rechter Unterkiefer	66	L.	1—127
44	Ri. 310	♀	72.0 cm	<u>pr. 3<sup>d</sup></u>	57	Lab./Ling.	1—291
45	Ri. 310	♀	72.0 cm	<u>pr. 4<sup>d</sup></u>	58	L.	1—256
46	Ri. 310	♀	72.0 cm	<u>pr. 2<sup>d</sup></u> und <u>pr. 3<sup>d</sup></u>	59	L.	1—94
47	Ri. 310	♀	72.0 cm	<u>pr. 4<sup>d</sup></u>	60	L.	1—110
48	Ri. 335	♂	91.0 cm	<u>pr. 2<sup>d</sup></u>	44	Lab./Ling.	1—375
49	Ri. 335	♂	91.0 cm	<u>pr. 3<sup>d</sup></u>	45	Q.	1—298
50	Ri. 335	♂	91.0 cm	<u>pr. 2<sup>d</sup></u>	46	Lab./Ling.	1—236
51	Ri. 335	♂	91.0 cm	<u>pr. 3<sup>d</sup></u>	47	Lab./Ling.	1—226
52	Ri. 335	♂	91.0 cm	<u>pr. 4<sup>d</sup></u>	48	Q.	1—878

<sup>1</sup> L = Längsschnitt (von vorn nach hinten).

<sup>2</sup> Q = Querschnitt durch die Zahnanlage = Horizontalschnitt (Frontalschnitt durch den Kiefer).

<sup>3</sup> Lab./Ling. = Labio- (bezw. bucco-) lingualer Längsschnitt (Querschnitt durch den Kiefer)

der vorderste Prämolare pr. 2<sup>d</sup> am Oberkiefer einen einfachen, nicht komplex gebauten Zahn repräsentiert<sup>1</sup>. Wir bringen einige dieser Schnittpräparate bildlich zur Wiedergabe.

*aa) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 10,5 cm langen Embryos*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. I, Fig. 1.

Bei einem Rinderembryo von 10,5 cm Kopfsteisslänge finden wir die Zahnanlage pr. 2<sup>d</sup> noch auf recht anfänglicher Stufe der Entwicklung. Das Schmelzorgan<sup>2</sup>, das mit der Zahnleiste unter Vermittlung des Schmelzorganstiels in Verbindung steht (die ganze Länge der Zahnleiste in der Reproduktion wiederzugeben gestattete das gegebene Bildformat nicht), weist auf dem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt flache Tellergestalt auf<sup>3</sup>. Das die Schmelzpulpa umgrenzende Epithel zeigt nicht allorts gleiche Beschaffenheit, vielmehr zonenweise ein verschiedenes Verhalten. Die der Anlage der Zahnpapille nahegelegene Epithelstrecke zeigt sich bereits gegenüber dem an das subepitheliale Bindegewebe anstossenden Abschnitt verdickt, wodurch das «äussere» vom «innern Schmelzepithel» frühzeitig sich unterscheidet. Das äussere Schmelzepithel zeigt im Bereich der grössten Ausbiegung, an der Tellerkuppe, eine Reihe zottenähnlicher Auflappungen, deren Ausbildung vermutlich mit der Zahnpapillenumkleidung seitens des Schmelzorgans im Zusammenhange steht und eine raschere und umgreifendere Umhüllung möglich macht. Der Papillarkörper tritt in einem gegen das Bindegewebe hin bereits abgegrenzten Zellkomplex auf, der dem Tellergrund des Schmelzorganes anliegt.

*aa') Die Verhältnisse an einem horizontalen Querschnitt durch die Zahnanlage eines 11,8 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXVIII, Fig. 1.

Auf dem Schnittbild Fig. 1 durch die Zahnanlage des pr. 2<sup>d</sup> erkennt man die von den angeschnittenen Decken des Schmelzorgans eingefasste Papille. Auf der labialen Seite ist der Schmelzmantel dicker und fester ausgebildet als auf der Lingualseite. Die beiden Schmelzsäume sind vorn und hinten nicht zusammenhängend, sodass je eine von Pulpagewebe ausgefüllte Spalte aufzufinden ist. Der Papillarkörper ist unaufgeteilt und einheitlicher Natur.

In bemerkenswerter Weise gelangt bereits auch Pulpagewebe zum Anschnitt auf dem horizontal durchschnittenen labialen (bukkalen) Schmelzorganmantel. Die ganze Anlage wird umgeben von einem zwischen zwei Knochenleisten gelegenen Bindegewebsareal.

*bb) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 14,8 cm langen Embryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. I, Fig. 2

An einem etwas ältern Embryo, an einem Föten von 14,8 cm Kopfsteisslänge, treffen wir

An einem 22,0 cm langen Föten findet HOFFMANN (1894) die Milchbackenzahnanlagen des Oberkiefers sämtliche in definitiver Form vor. Sie stehen, mit Ausnahme von Pd. 3 (= pr. 2<sup>d</sup>), noch durch einige Verbindungsbrücken mit der Zahnleiste in Zusammenhang.

Für die Ausbildung der Anlagen der bleibenden Prämolaren zeigt sich derselbe Modus, wie für die drei Milchbackenzähne: Die Anlage der drei Ersatzzähne P 1-3 befinden sich auf dem knospenförmigen Stadium, welches bei P 1 (Pr. 4) am deutlichsten ausgeprägt ist. Die Entwicklung der Ersatzzähne schreitet ebenfalls progressiv von hinten nach vorne (Pr. 3 = Pr. 2) weiter.

<sup>2</sup> HOFFMANN (1894) bezeichnet den gesamten epithelialen Teil der Zahnanlage der Säugetiere mit dem Ausdruck «Epithelscheide», während er den Ausdruck «Schmelzorgan» auf die tatsächlich Schmelz produzierende, direkt über dem Kronenteil der Papillen gelegene Partie der Epithelscheide beschränkt. Wir gebrauchen im folgenden den Ausdruck «Schmelzorgan» in des Wortes weitester Bedeutung.

<sup>3</sup> Bei einem 7,5 cm langen Schafembryo findet HOFFMANN (1894) das Schmelzorgan in Form einer Glocke vor und konstatiert die Anwesenheit einer zentralen, in dorsoventraler Richtung verlaufenden Furche an der Oberfläche welche durch sekundäres Auswachsen der letztern entstanden ist.

die Anlage in der Ausbildung schon etwas weiter vorgerückt. Schmelzorgan und Zahnpapille haben an Grösse zugenommen. Der Papillarkörper wird vom Schmelzorgan an seiner distalen Oberfläche, besonders im vordern Teil der Anlage, stärker umwachsen. Die Längsachse der vom Schmelzorgan umfassten Papille zeigt in ihrer Verlaufsrichtung eine schiefe Orientierung und steigt von vorn unten nach oben hinten an.

*bb') Die Verhältnisse an einem labio-lingualen Horizontalschnitt (Querschnitt) durch die Zahnanlage eines 15,3 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXVIII, Fig. 2.

Der Querschnitt durch die Zahnanlage des pr. 2<sup>d</sup> zeigt den Papillarkörper unaufgeteilt. Filiarpapillen sind keine vorhanden, dagegen wird der Papillenkörper fast komplett vom Schmelzorgan bis auf eine kleine, auf der Lingualseite gelegene, offene Stelle umschlossen, und es tritt besonders deutlich wieder der wohlentwickelte Schmelzorganbelag auf der Labial- (bezw. Bukkal-)seite auf. Augenfällig sind auch die Unterschiede an den beiden Schmelzepithelien, von denen das innere, dem Papillarkörper anliegende Epithel besonders kräftig in seiner Zellage in Erscheinung tritt.

*cc') Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines Rinderembryos von 16,7 cm Kopfsteisslänge.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. I, Fig. 3.

An einem noch ältern Embryo, am Rinderfötus 384 mit 16,7 cm Kopfsteisslänge zeigt das Schmelzorgan ausgesprochene Schalenform. Der von ihm gebildete Schalengrund nimmt den noch stärker entwickelten Papillarkörper auf. Auch die Zellen, welche die Schmelzpulpa ausmachen, haben sich vermehrt, sodass nunmehr auf Längsschnitten durch die Anlage das Schmelzorgan den Papillarkörper in Form einer dicken Decke (mit Ausnahme der basalen Teile) umsäumt. Das spätere «innere Schmelzepithel» zeichnet sich durch eine gleichmässige Dicke aus, die an den seitlichen Umschlagsstellen nach dem «äusseren Schmelzepithel» hin (\*\*\*) aufgegeben und von einer relativ viel dünneren Zellschicht, die eine Fortsetzung ist und das «innere Schmelzepithel» verkörpert, abgelöst wird. An der Stelle der grössten Krümmung zeigen sich am äusseren Schmelzepithel wiederum Oberflächenvergrösserungen (Epithelzotten). Ausserdem macht sich auf den Schnitten durch die Anlage am Papillarkörper distal eine kleine «Einkerbung» bemerkbar, die von einem vorspringenden Teil des Schmelzorgans, speziell vom inneren Schmelzepithel und Schmelzpulpagewebe, ausgefüllt wird. In dieser distalen, proximal einschneidenden Eintiefung haben wir die erste Anlage für die zwischen dem vorderen und hinteren Papillenteil gelegene «Kundengrube» zu erblicken.

*cc') Die Verhältnisse an einem labio-lingualen Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 17,6 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXVIII, Fig. 3.

Beinahe schematisch zeigt sich auf dem Schnittbild der kegelförmige, distal zugespitzte Papillarkörper, der vom Schmelzorgan überdeckt wird. Das innere Schmelzepithel liegt der freien Fläche der Zahnpapille auf und geht labial an der basalen Umbiegungsstelle in das äussere Schmelzepithel über, während auf der Lingualseite es mit der Fortsetzung der Zahnleiste, d. h. mit dem lingualen Blatte derselben durch einen Schmelzorganstiel in Verbindung steht. Deutlich erscheint auch die linguale Nebenzahnleiste. Offensichtlich erscheint im Bereich des äusseren Schmelzepithels die in zahlreiche Zotten<sup>1</sup> gelegte Zellage.

<sup>1</sup> HOFFMANN betrachtet die linguale Fläche der Zahnleiste als die alleinige Matrix sowohl für die Schmelzorgane als auch für die sog. «Ersatzleiste». Auch ROESE und BARTELS (1896) bezeichnen auf Grund des Vorschlages

*dd) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 18,7 cm langen Föten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. II, Fig. 1.

Rinderembryo 383 mit einer Kopfsteisslänge von 18,7 cm zeigt den Prämolare pr. 2<sup>d</sup> in einer Etappe der Entwicklung, wie wir sie eben an der Zahnanlage eines etwas jüngeren Föten beschrieben haben. Die Längsachse der Papillenanlage zeigt die erwähnte schiefe Verlaufsrichtung (✓), und ferner ist auch der erwähnte, im Zusammenhang mit der Bildung der Kundengrubenanlage stehende Einschnitt wieder wahrzunehmen (✓). Auch ist die Schicht der Odontoblasten<sup>1</sup> zu sehen.

*ee) Die Verhältnisse an drei von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines Föten mit 23,0 cm Kopfsteisslänge.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. II, Fig. 2, 3 und 4.

Bei einem noch älteren Rinderembryo, bei Rind 312 mit 23,0 cm Kopfsteisslänge, ist die fortschreitende Grössenzunahme der ganzen Zahnanlage augenfällig. Über die Beziehungen des Schmelzorgans zum Papillarkörper mögen drei Schnitte einer Längsschnittserie (Taf. II, Fig. 2—4) Aufschluss geben.

Einem medialen Längsschnitt, Fig. 2, ist zu entnehmen, dass der inzwischen von vorn nach hinten in seiner Längsachse bedeutend vergrösserte Papillarkörper bis auf die basalen Teile von SCHWALBE, eine produktive von einer unproduktiven Fläche an der Zahnleiste zu unterscheiden, in Übereinstimmung mit HOFFMANN, beim Rind die linguale oder innere Fläche als die produktive. Sie messen der zungenseitigen Zahnleistenfläche erhöhte Lebenstätigkeit bei.

Wir müssen den genannten Autoren durchaus beistimmen, wenn sie der Ansicht sind, dass sowohl Ersatzleiste als auch die Schmelzorgane ausschliesslich vom linguale Blatt abstammen.

Der Unterkiefer zeigt nach HOFFMANN (1894) die Zahnleiste als eine kontinuierliche Einsenkung des Mundhöhlenepithels. Sie stellt eine schmale, vom Mundhöhlenepithel mehr oder weniger horizontal in das Bindegewebe des Kiefers eindringende, im Querschnitt mehr lange als breite Epithelerhebung dar. Die Zahnleiste findet sich auch in der Region des nicht zur Ausbildung gelangenden Prämolaren «Pd. 4» (unser Prämolare pr. 1<sup>d</sup>) genau wie an den andern Stellen des Unterkiefers.

AHRENS (1913) hebt mit Recht hervor, dass die Zahnleiste eine ins Kiefermesenchym einspringende Falte ist. Auch er unterscheidet an letzterer ein labiales und linguales Blatt. Dies, sagt er, und damit geben wir ihm vollkommen Recht, ist nur auf das Stratum germinativum zu beziehen, während die Schichte der polygonalen Zellen in der Zahnleiste ein Füllmaterial darstellt.

Die erste Anlage der Zahnleiste entwickelt sich beim Rinde genau wie es ROESE (1891/94) bei Mensch, Katze und Schwein sowie bei verschiedenen Reptilien beschrieben und abgebildet hat. Eine auf Durchschnitten spindelförmige Epithelverdickung ragt anfangs ein wenig über die Schleimhautoberfläche empor und sinkt dann allmählich ins Kieferbindegewebe ein.

Nach ROESE und BARTELS (1896) entwickelt sich, im Gegensatz zu den Angaben früherer Forscher (z. B. BAUME u. a.), die Zahnleiste stets früher als die Lippenfurchenleiste und ist als «Urquell für die Epithelscheide der Zähne tätig.»

In bezug auf die Faltung des Verbindungsstückes zwischen Zahnkeim und Zahnleiste äussert sich ADLOFF (1919) dahin, dass man berechtigt sei, die Möglichkeit zu diskutieren, ob die Faltungen auf mechanischem Wege entstanden, ob dieselben als Zellproliferation der Zahnleiste selber aufzufassen sind, oder ob schliesslich die Faltungen mit Zahnanlagen homologisiert werden dürfen.

Nach unserer Ansicht sind die an einem Blatt der Zahnleiste auftretenden Falten-, Epithelstrang- und Zottenbildungen entwicklungsgeschichtlich bedingt und hängen mit dem relativ raschen Wachstum der Epithelien am Schmelzorgan und des Schmelzorgans selber zusammen.

<sup>1</sup> Wenn wir von den «Odontoblasten» als von den Bildnern der Dentinsubstanz sprechen, so möchten wir damit nicht zur Frage Stellung nehmen, ob diese Zellen durch sekretorische Tätigkeit nur die Zahnfasern entwickeln, welche «die Ernährungskanäle», die «Zahnbeinkanälchen», offen halten, oder ob sie sich wirklich an der Bildung der kollagenen Zahnbeingrundsubstanz beteiligen. V. KORFF's Untersuchungen (1906) scheinen zu zeigen, dass die Zahnbeingrundsubstanz nicht von den Elfenbeinzellen, sondern von den Fibrillen der Zahnpulpa gebildet wird, und dass die erste Anlage des Dentins nicht homogener Natur ist, sondern sich aus Zahnpulpa-Fibrillen zusammensetzt.

vom Schmelzkörper umschlossen wird. Dem beträchtlichen Wachstum der Zahnpapille erscheint in allen Teilen das Wachstum des Schmelzorganes angepasst. Die distale Oberfläche der Zahnpapille wird vom innern Schmelzepithel überschirmt, dem nach aussen die Schmelzpulpa anliegt, die ihrerseits vom äussern Schmelzepithel gegen das Bindegewebe abgegrenzt wird. Auch die Schmelzpulpa hat an Mächtigkeit zugenommen.

Ein etwas lingualer geführter Längsschnitt, Fig. 3, zeigt eine vom Schmelzorgan abgehende, gegen den Papillarkörper vorstossende Gewebeleiste. Diesem geweblichen Vorstoss des Schmelzorgans gegen das Innere der Zahnpapille entspricht eine im Papillarkörper auftretende Spalte, die «Kundengrubenanlage», die von einem Pfropf pulparem Schmelzgewebe eingenommen wird. Der Grubenwand liegt das innere Schmelzepithel an, während das Grubenlumen im wesentlichen von der Schmelzpulpa eingenommen wird. Auf diesem Stadium erkennt man auch deutlich eine am Papillarkörper in Ausbildung begriffene Zellschicht, die überall in der Nähe des Randes des innern Schmelzepithels erscheint und unter parallel gehendem Verlauf zu diesem die Zellen der Odontoblasten enthält.

Der dritte für die Wiedergabe ausgewählte Schnitt (Fig. 4) dieser Serie lässt die Anlage weiter lingual im Schnitt getroffen erscheinen. Besonders imponiert jetzt der in Form einer äusseren Hülle an der Zahnpapille entwickelte Schmelzorganmantel, der allseitig den kugelförmigen Papillarkörper umsäumt, der aber zufolge seiner Rundung auf randständigen Schnitten nur partialiter getroffen wird.

*ff) Die Verhältnisse an zwei labio-lingualen Längsschnitten durch die Zahnanlage eines Rinderföten von 29,5 cm Kopfsteisslänge.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. III, Fig. 1 und 2.

Um den Nachweis zu erbringen, dass die Zahnanlage, wiewohl einfach und einkomponentig, schon auf frühen Stadien der Entwicklung einer Kundengrubenbildung nicht entbehrt, haben wir unsere von vorn nach hinten geführten Längsschnitte durch Serien von Anlageschnitten in labio-lingualer Schnittrichtung ergänzt. Wir lassen zwei dieser Schnitte im Bilde folgen. Beide bildliche Wiedergaben (Taf. III, Fig. 1 und 2) beziehen sich auf den nämlichen Rinderembryo, nämlich auf den Föten 311 ♀ mit 29,5 cm Kopfsteisslänge.

Der erste Schnitt (Fig. 1) trifft den Zahn ca. in der Mitte des Zahn­längsschnittes. Auf der labialen Seite erkennt man die bukkale Zahnbecherwand, auf der lingualen Seite die linguale Wand. Die labiale Wand reicht gegenüber der lingualen Wand distal weiter zum Mundhöhlenepithel heran. Die linguale Becherwand ist niedriger in der Anlage und zeichnet sich in dieser Schnittgegend durch grössere Wanddicke aus. Zwischen beiden Becherwänden liegt die Anlage der Kundengrube, die, wie die ganze Zahnanlage mit Ausnahme der proximal gelegenen Partien an der Basis selbst, vom Schmelzorgan überdeckt wird. Die Zahnanlage befindet sich in der von Knochengewebe umfassten Zahnalveole, die mit subepitheliale Bindegewebe, das an das Schmelzorgan anstösst, erfüllt ist. Ein weiterer Schnitt der Serie (Fig. 2) zeigt nur die bukkale Wand des Bechers getroffen. Da dem Zahn hinsichtlich seiner Stellung im Kiefer normaliter eine etwas abgedrehte Lage eigen und die vordere Zahnkante gewöhnlich mehr nach innen, der Medianlinie des Schädels zu, zugewendet ist, wobei die Breitenachse des Zahnes von vorn nach hinten mit letzterer nicht parallel läuft, so stösst man in einer Schnittserie, wie sie hier vorliegt, oft auf Bilder, die dann nicht mehr reine labio-linguale Schnitte darstellen, sondern schiefe Längsschnitte in etwas labio-lingualer Schnittrichtung in bezug auf den Zahn. Der vorliegende Schnitt erweist sich tatsächlich in Wirklichkeit mehr als ein Längsschnitt durch den Zahn mit Schnittrichtung von vorn nach hinten, weshalb ausschliesslich die labiale Becherwand zum Schnitt gelangte und die linguale Becherwand von ihm nicht erreicht worden ist. Die Odontoblasten haben bereits verkalktes Dentin als äussere Wandarmatur abgesetzt, das vom innern Schmelzepithel des Schmelzorgans überkleidet wird.

*gg) Die Verhältnisse an zwei Querschnitten durch die Zahnanlage eines Fötus von 26,0 cm Kopfsteislänge.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. III, Fig. 3 und 4.

Um den Charakter des Zahnes hinsichtlich der Bauart weiterhin darzulegen, ziehen wir noch zwei zur Oberkiefer-Zahnleiste horizontal gerichtete Querschnitte durch den Zahn eines 26,0 cm langen Rinderembryos heran, von denen der eine in der distalen Region der Anlage (Fig. 3), der andere in der proximalen Region gelegen ist (Fig. 4).

Der erste Schnitt (Fig. 3) täuscht freilich eine 2-komponentige Anlage vor, indem zwei Teilstücke des Zahnes auf dem Durchschnitt erscheinen, von denen das vordere ein bedeutend grösseres Ausmass zeigt wie das hintere Stück. Die von 2 von vorn nach hinten gereihten Einzelquerschnitten zusammengesetzte Anlage wird vom Gewebe des Schmelzorgans umschlossen, derart, dass den Gewebeflächen des Papillarkörpers das ziemlich breit gestaltete innere Schmelzepithel anliegt, während Schmelzpulpa und äusseres Schmelzepithel sich nach aussen hin anschliessen.

Die beiden Durchschnitte, die aneinander stossen, beziehen sich auf die bukkale Zahnbecherwand, deren distaler Zahnrand von der freien Seite der Anlage her (in Wirklichkeit ist allerdings der Rand vom Gewebe des Schmelzorgans überdeckt) an jener Grenzstelle einen Einschnitt zeigt, der auf dem Querschnitt in einer partiellen Aufteilung der sonst einheitlich gebauten Becherwand in Erscheinung tritt. Ob dieses Verhalten der Andeutung einer beginnenden oder früheren Zweikomponentigkeit des Zahnes entspricht, möge einstweilen dahingestellt bleiben.

Der tiefer gelegene Querschnitt zeigt den Durchschnitt durch die Basis der Zahnanlage (Fig. 4). Die Anlage erscheint nunmehr als breite, einheitliche Fläche, die in ihren Randteilen besonders deutlich nach der bukkalen Seite hin vom innern Epithel des Schmelzorgans umsäumt wird. Man sieht auch deutlich im Pulpagewebe die Odontoblastenschicht. Auf der lingualen Seite springt die Schmelzpulpa mit dem vorgelagerten Schmelzepithel gegen das Innere der Schmelzpulpa vor. Es ist dies die Stelle, wo die Anlage einer Kundengrube vorliegt und wo auch ein Stück der lingualen, eben sich entwickelnden Zahnbecherwand in Form einer Falte zeigt, zwischen welcher und dem übrigen Anlageteil Schmelzpulpa eingeschoben ist. Die linguale Wand des sich bildenden Zahnbeckers steht nach vorne zu vom bukkalen Wandteil der Anlage ab. Durch das weitere Auswachsen der Falte wird der Zahn allmählich in seine spätere Bechernatur übergeführt.

*hh) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt (Schiefsschnitt) durch die Zahnanlage eines 34,5 cm langen Fötus.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. III, Fig. 5.

Auf einem noch weiter fortgeschrittenen Stadium der embryologischen Entwicklung (Prämolar pr. 2<sup>d</sup> von Rinderfötus 274 mit 34,5 cm KSL), das der von vorn nach hinten geführte Längsschnitt zufolge der erwähnten schiefen Zahnstellung in einem labio-lingualen Schiefsschnitt wiedergibt, erscheint die bukkale Becherwand in ihren einzelnen Gewebeschichten besonders kräftig ausgebildet. Wiederum wird die ganze Zahnanlage vom Schmelzorgan überkappt, dessen Schmelzepithel bereits eine Schicht Schmelzsubstanz<sup>1</sup> ausgeschieden hat, an die in imponierender Schichtlage das verkalkte Zahnbein, dessen Bildungszone in einer deutlich abgegrenzten Odontoblastenschicht im Pulpagewebe erscheint, heranreicht. Gegen die linguale Seite hin zeigt im Längsschnitt das Präparat einen kleinen «Nebenhöcker», der schief ge-

<sup>1</sup> Nach v. EBNER (1906) schreitet die Erhärtung des Zahnschmelzes langsam von den zuerst gebildeten Gewebeteilen zu den zuletzt gebildeten vor. v. EBNER erscheint es notwendig, eine Beteiligung des Zahnbeines bei der definitiven Erhärtung des Schmelzes voraussetzen zu müssen, unter der Annahme, dass ein Säftestrom vom Zahnbein in die interprismatische Kittsubstanz stattfindet.

schnitten, die linguale Wand des Zahnbeckers wiedergibt. Dieser auf dem Schnitt relativ kleine Höcker wird von den Epithelien des Schmelzorgans bzw. von der Schmelzpulpa umkleidet.

*ii) Die Verhältnisse an einem labio-lingual geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 91,0 cm langen Rinderfötus.*

Hierzu: Textfig. ii (Ob. Kiefer).

Im allgemeinen Aufbau zeigt der Schnitt durch den relativ viel älteren Zahn keine wesentlichen, prinzipiellen Neuerungen. Er zeigt das Hartgebilde als einen einheitlichen Zahnbecher mit stark gebauten labialen (bukkalen) und lingualen Seitenwänden und mit einer deutlichen Kunde. Der Papillarkörper, dessen Gewebe bereits zufolge des Auftretens zahlreicher Blutgefäße organisiert erscheint, stellt den Hauptteil der beiden Becherwände dar und zeigt sich auf dem Längsschnitt als eine einheitliche, unaufgeteilte Masse, die bereits in die beiden Wurzeläste hinabreicht. Die Zahnanlage wird vom Schmelzepithel allseitig umschieden, unter dem eine relativ breite Zone verkalkten Dentinegewebes seitens der Odontoblasten zur Ausscheidung gelangt ist.

**Textfig. ii (Ob. Kiefer).**

pr. 2<sup>d</sup>, rechter Oberkiefer.

Ri. 335 ♂. 91,0 cm K.S.L. bucco-lingualer Längsschnitt durch den Zahn.

Se. 44. Schnitt 249. Vergrößerung im Maßstab 1:3,5.

dist. = distal

lab. = labial (bzw. bukkal)

prox. = proximal

ling. = lingual

6 = Odontoblastenschicht

8 = unverkalktes Dentin

9 = verkalktes Dentin

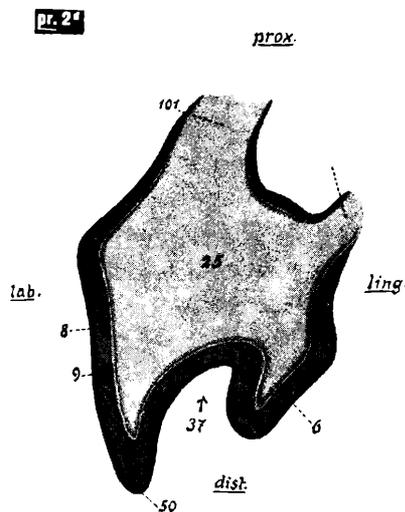
25 = Pulpa

37 = Kundengrube

50 = Schmelz (Substantia adamantina)

101 = labialer Wurzelast

102 = lingualer Wurzelast



Textfig. ii (Ob. Kiefer)

## II. Die Entwicklung des komplexen, zusammengesetzten, zweikomponentigen bzw. zweibecherigen Zahnes

Diesem Typus folgen in der Entwicklung die laktealen Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> und pr. 4<sup>d</sup>, ferner die laktealen Molaren bzw. Dauermolaren mo. 1, mo. 2 und mo. 3.

### 1. Das für den vorliegenden Entwicklungstypus geltende allgemein orientierende Schema (Schema B)

Diesem Entwicklungstypus haften im Grunde die nämlichen Züge an, die dem bereits geschilderten einkomponentigen Typus eigen sind, indessen führen frühzeitig auftretende Differenzierungen in der Gesamtanlage zu einer anders gearteten baulichen Zahnkonstruktion.

Das Ausgangsstadium der Entwicklung stimmt mit demjenigen des vorigen Typus völlig überein (Fig. a und Fig. a'). Wiederum stehen das epitheliale Schmelzorgan und der Papillarkörper in enger Verbindung zueinander und wiederum überdeckt ersteres den letzteren kappenartig.

Auf einer weitem Stufe der Entwicklung hat eine Verlängerung der Anlage in oral-okzipitaler Richtung stattgefunden (Fig. b). Die Anlage erscheint im medianen Längsschnitt in Form eines von vorn nach hinten gestreckten Oval (Fig. b'). Mit Ausnahme einer basalen unumhüllten Partie sind fast sämtliche Teile der Zahnpapille durch das Auswachsen des Schmelzorgans von diesem nach aussen überdeckt (Fig. b). Zu diesem Zeitpunkt tritt am Papillarkörper und am innern Epithel des Schmelzorgans ein Vorgang auf, der auf einem Längsschnitt durch die Anlage in einer Auflappung des Papillarkörpers in Erscheinung tritt, indem im zentralen Teil des letzteren Teile des Schmelzorgans in die Masse der Zahnpapille vorstossen, sodass sein inneres Epithel einen Doppelbogen im Verlauf beschreibt und die benachbarten Enden der Teilbögen in der Mitte ihren Treffpunkt haben. Auf diese Weise entstehen aus der Primärpapille sekundär zwei Tochterpapillen («Sekundärpapillen»), die einem gemeinsamen Bildungsherd angehören und morphologisch etwa mit den beiden Blastomeren einer Furchungskugel verglichen werden können. Am Schmelzkörper selber treten freilich die Einbuchtungen nur am innern Schmelzorganepithel auf. Die Oberfläche der Schmelzkappe bleibt zunächst von diesen Vorgängen unberührt. Die beiden Tochterpapillen wachsen aus ihrer gemeinsamen Mutterpapille heraus, aus der sie hervorgehen und der als gemeinsamen Stammanlage sie angehören (Fig. b').

Auf einer weiteren Etappe der Entwicklung zeigt sich die Anlage stark vergrößert (Fig. c). Das dieselbe von vorn nach hinten im Längsschnitt wiedergebende Bild lässt am Entwicklungsstadium eine Zunahme der räumlichen Dimensionen der Anlage, besonders in bezug auf die von vorn nach hinten gerichtete Längsachse, feststellen. Das Schnittbild der Zahnanlage zeigt an den aus der Grundanlage des einstigen Papillarkörpers entstandenen beiden Papillen, die als Komponenten 1 und 2 des Zahnes nunmehr aufgeführt werden, je eine grubenartige Vertiefung. Diese erscheinen in der Aufsicht der distalen, von den Teilen des Schmelzorganes abgedeckten Oberfläche der Anlage als schlitzförmige Spalten an den Polen der beiden Papillarkegel (Fig. c'). Zwischen den beiden Becheranlagen des Zahnes, auf der lingualen Seite, an der Basis der Papillarkegel, stellt sich eine kleine Wandausbuchtung ein, die, wie die Kegel selber, vom Schmelzorgan (innerem Epithel und Schmelzpulpa) überlagert wird (Fig. c und Fig. c'), und die später zu einer kleinen Beule auswächst, als welche sie in einer von den übrigen Wandteilen der beiden Becher gebildeten Zahnbechernische emporstrebt und diese Stelle der Becherwandverlötung festigt. Was weiter geschieht, ist nichts anderes als eine doppelte Wiederholung (da zwei Einzelanlagen) dessen, was wir am vorausgehenden Typus der Zahnbildung besprochen haben. Jede Becheranlage (Sekundärpapille) bildet sich selbständig zu einem eigenen Zahnbecher aus, ohne je den basalen Zusammenhang mit der Grundlage, der sie angehören und mit welcher sie unaufteilbar verbunden sind, zu verlieren (Fig. d, e und f). Diese gleichförmig organisierten Bildungsherde verkalken selbständig und erscheinen auf den Röntgenbildern anfänglich auf frühen Stadien der Entwicklung des Gebisses als voneinander getrennte einfache (doppelwandige) Einzelzähne (mit zwei röntgenologisch fassbaren, selbständig verkalkenden Wänden), weil die Verkalkungsprozesse zunächst nur die distalen Teile der Anlagen erfassen und diese erst nachträglich in ihren Hartmassen sich enger und fester verbinden und die vorhandenen Weichverbindungen gegenüber den verkalkenden und verkalkten Anlagenteilen ganz zurücktreten. In Wirklichkeit handelt es sich aber um Einzelbestandteile einer und derselben Anlage, die noch lange Zeit im komplexen Zahn als solche zu erkennen sind.

Es folgen sodann in der Entwicklung die Ansätze für die Wurzeln aus gemeinsamer Wurzelanlage heraus, wobei von jedem Becher zunächst eine Wurzel sich entwickelt, die sich aber in der Folge unter Umständen wieder aufspalten und mit den Ästen des benachbarten Zahnbechers verbinden können (Fig. f).

Das Bezeichnende für diesen Typus der Entwicklung liegt gegenüber dem vorigen Bildungsmodus in der Auflappung bzw. partiellen Spaltung des Papillarkörpers und in der Bildung zweier Tochterpapillen «Sekundärpapillen» oder Filiarpapillen aus einer gemeinsamen Grundpapille, indem sich die anfänglich ungeteilte Zahnpapille unter Bildung zweier Tochterpapillen aufsprosst, und diese aus sich heraus einzeln je einen nach dem nämlichen Bauprinzip, nach welchem der einfache Einzelzahn selber aufgebaut ist, konstruierten Zahnbecher bilden. Diese «Zwillingszahnbecher» verkalken als separate Herde, mit selbständig kalzifizierenden Wänden einzeln und unabhängig voneinander und verbinden sich dann unter intradentärer Verschmelzung der Hartteile zu einer Einheit, der sie in ihren Weichteilen schon von Anbeginn an angehören.

### Schema B

#### Schema zur Veranschaulichung der Entwicklung eines komplexen, zusammengesetzten, zweikomponentigen bzw. zweibecherigen Zahnes im Oberkiefer

**Fig. a)** Papillarkörper (pa. kö.) mit distal anliegendem Schmelzorgan (schm. org.) als Anfangsstadium der Entwicklung.

**Fig. a')** Medialer Längsschnitt durch den Papillarkörper (pa. kö.) und das Schmelzorgan (schm. org.). Das der distalen Oberfläche des Papillarkörpers anliegende innere Schmelzepithel (i. schm. ep.) und das freie, äussere Schmelzepithel (ä. schm. ep.) des Schmelzkörpers umschliessen die Schmelzpulpa (schm. pu.).

**Fig. b)** Fortschreitendes Wachstum des Papillarkörpers und Schmelzorgans.

**Fig. b')** Längsschnitt der aus Papillarkörper und Schmelzorgan zusammengesetzten, in Fig. b wiedergegebenen Anlage. Lappung des Papillarkörpers (ko. 1 pa. kö. = ko. 1 z. alg.; ko. 2 pa. kö. = ko. 2 z. alg.) durch Auftreten einer in labio-lingualer Richtung verlaufenden Furche, die vom innern Schmelzepithel (i. schm. ep.) ausgekleidet und mit dem Gewebe der Schmelzpulpa (schm. pu.) angefüllt wird.

**Fig. c)** Medialer Längsschnitt durch die aus Papillarkörper und Schmelzorgan (schm. org.) bestehende Zahnanlage. Bildung einer grubenartigen Vertiefung an jeder Tochterpapille (ko. 1 pa. kö. ↓; ko. 2 pa. kö. ↓); entsprechende Aussackung des innern Schmelzepithels (i. schm. ep.) und Vorrücken der Schmelzpulpa (schm. pu.). Zwischen beiden Zahnbechern zapfenartige Wulstbildung am Papillarkörper (zw. str. pf.), zum spätern Stütz- und Strebepeer auswachsend, den zwischen beiden Zahnbechern gelegenen Nischenraum ausfüllend.

**Fig. c')** Sicht auf die Oberfläche der Matrix des Papillarkörpers. Entfernung des äussern und innern Schmelzepithels, sowie der Schmelzpulpa bis auf die basal gelegenen Teile des Schmelzorgans (i. schm. ep.; schm. pu.; ä. schm. ep.). Zentrale Delle an jeder Tochterpapille. Der zwischen den Tochterpapillen gelegene Säulenwulst (zw. str. pf.).

**Fig. d)** Weiter fortgeschrittenes Stadium der Zahnentwicklung. Vorderer und hinterer Zahnbecher (ko. 1 z. alg.; ko. 2 z. alg.) aus dem gemeinsamen Papillarkörper (aus der Grundanlage) tretend. Vorderer Zahnbecher in labio-lingualer Richtung längs durchschnitten. Hinterer Zahnbecher intakt. Schichtung am durchschnittenen vorderen Becher von aussen nach innen an der Schnittfläche: Schmelz (schm.), verkalktes Dentin (v. dent.), unverkalktes Dentin (u. v. dent.), Odontoblastenschicht (od. bl. sch.), Zahnpulpa (pu. gw.).

**Fig. e)** Auswachsen der beiden Zahnbecher unter gänzlicher Verschmelzung ihrer seitlichen benachbarten Randteile und Verlängerung der zwischen beiden Bechern gelegenen Hartsäule (zw. str. pf.) auf der lingualen Seite der Zahnanlage. Auftreten von je einem labialen (ko. 1 lab. wu.; ko. 2 lab. wu.) und einem lingualen Wurzelwulst (ko. 1 ling. wu.; ko. 2 ling. wu.) an jedem Zahnbecher. Matrix des ursprünglich gemeinsamen Papillarkörpers bis auf die bindegewebige Hüllschicht (bdg. hü. ma. pa. kö.) zwecks Veranschaulichung der zur Entwicklung der Wurzel vorliegenden Organansätze am Zahn entfernt.

**Fig. f)** Zahnanlage in der Entwicklung weiter fortgeschritten. Vorderer Zahnbecher zur Veranschaulichung des weiteren Verhaltens der Innenstruktur am Zahn in labio-lingualer Richtung angeschnitten. Die einzelnen am Aufbau der Becherwände beteiligten Schichten stärker hervortretend. Wurzeläste auf Labialseite (ko. 1 lab. wu.; ko. 2 lab. wu.) getrennt. Lumina der Wurzeläste auf Lingualseite zu gemeinsamem Wurzellumen (ko. 1 und ko. 2 ling. wu.) vereinigt.

*Erklärungen der Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung der Anlagen beziehen:*

hi. = hinten  
vo. = vorn

dist. = distal  
prox. = proximal

lab. = labial (bukkal)  
ling. = lingual

*Erklärungen der Abkürzungen, die auf einzelne Teile von Zahnanlagen Bezug nehmen:*

ä. schm. ep.	= äusseres Epithel am Schmelzorgan
bdg. hü. ma. pa. kö.	= bindegewebige Hüllschicht aus den primären Papillarkörper
i. schm. ep.	= inneres Epithel am Schmelzorgan
ko. 1 lab. wu.	= Zahnkomponente 1, labialer (bukkal) Wurzelast
ko. 1 ling. wu.	= Zahnkomponente 1, lingualer Wurzelast
ko. 2 lab. wu.	= Zahnkomponente 2, labialer (bukkal) Wurzelast
ko. 2 ling. wu.	= Zahnkomponente 2, lingualer Wurzelast
ko. 1 + ko. 2 ling. wu.	= lingualer Wurzelast, aus der Vereinigung des lingualen Wurzelastes der Zahnkomponente 1 und der Zahnkomponente 2 hervorgegangen
ko. 1 pa. kö. (= ko. 1 z. alg.)	= Sekundärpapille, Papillarkörper 1, Komponente 1 der Zahnanlage
ko. 2 pa. kö. (= ko. 2 z. alg.)	= Sekundärpapille, Papillarkörper 2, Komponente 2 der Zahnanlage
ko. 1 z. alg.	= Komponente 1 der Zahnanlage
ko. 2 z. alg.	= Komponente 2 der Zahnanlage
ku. gr. z. be. 1	= Kundengrube, Zahnbecher 1
od. bl. sch.	= Odontoblastenschicht
pa. kö.	= Papillarkörper
pa. kö. (gr. pa.)	= Papillarkörper (Grundpapille)
pa. kö. ma. z. alg.	= primärer Papillarkörper, Stammpapille oder Matrix der Zahnanlage
pu. gw.	= Pulpagewebe
pu. hð.	= Pulpahöhle
schm.	= Schmelz
schm. org.	= Schmelzorgan
schm. org. sti.	= Schmelzorganstiel
schm. pu.	= Schmelzpulpa
u. v. dent.	= unverkalktes Dentin
v. dent.	= verkalktes Dentin
z. be. 1	= Zahnbecher 1
z. be. 2	= Zahnbecher 2
zw. str. pf.	= Zwischenstrebebepfeiler, auf der lingualen Seite.

## 2. Mikroskopische Schnittbilder von Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem eben besprochenen und im Schema B erläuterten Typus der Genese folgen

An Hand einer Anzahl von Illustrationen sei der zweikomponentige Zahnaufbau zunächst an der Prämolare pr. 3<sup>d</sup>-Anlage im folgenden nachgewiesen.

### a) Schnittbilder von der Prämolare pr. 3<sup>d</sup>-Anlage im Milchgebiss

*o/aa) Die Verhältnisse an einem horizontal geführten Querschnitt durch die Zahnanlage eines 9,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XXVIII, Fig. 4.

Der durch die pr. 3<sup>d</sup>-Anlage des Oberkiefers geführte Querschnitt lässt mit aller Deutlichkeit zwei Durchschnitte von Papillarkörpern erkennen, die auf die filiale Aufspaltung der Stammpapille hinweisen und die Grundlage für die beiden später miteinander auch in den distalen Teilen verschmelzenden Zahnbecher bilden. Der Durchschnitt durch die vordere Zahnpapille weist bedeutend grössere Dimensionen auf als der Durchschnitt des hinteren Bechers. Beide Zahnpapillen werden umschlossen vom einheitlichen Schmelzorgan, dessen inneres Epithel dem Papillarkörper direkt aufliegt, während das äussere Epithel den Abschluss der Anlage gegenüber dem Bindegewebe kennzeichnet.

Schema B

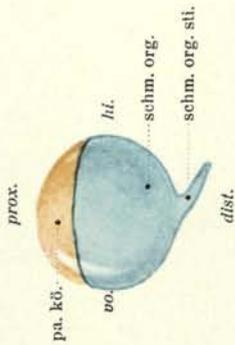


Fig. a

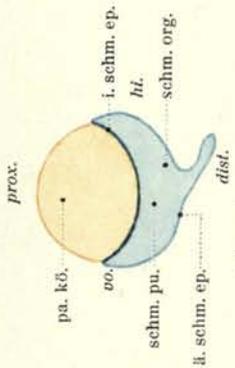


Fig. a'

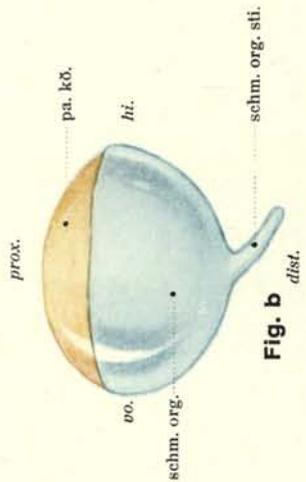


Fig. b

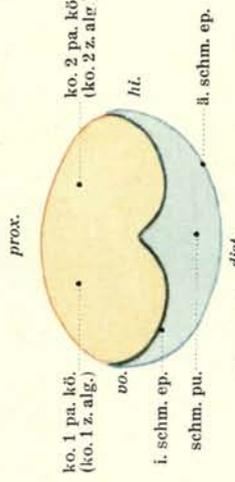


Fig. b'

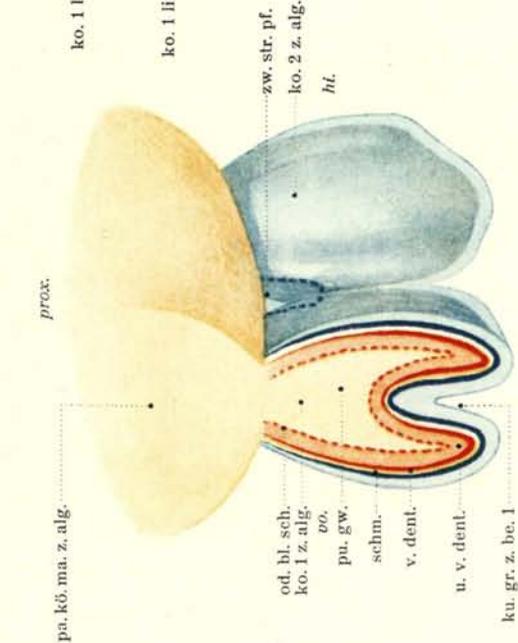


Fig. d

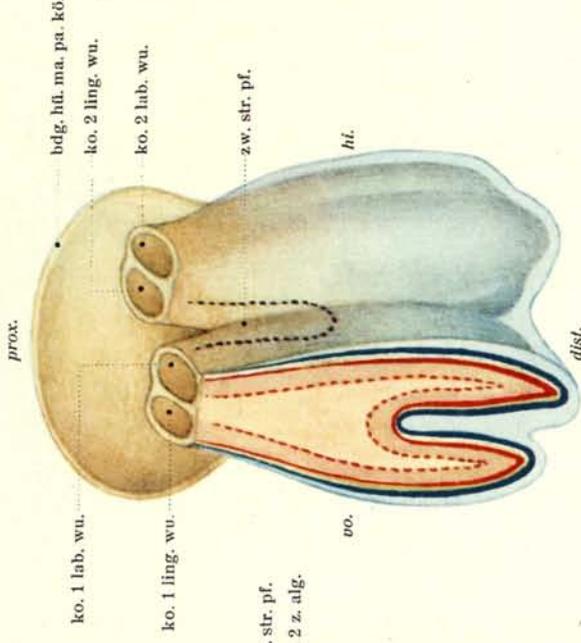


Fig. e

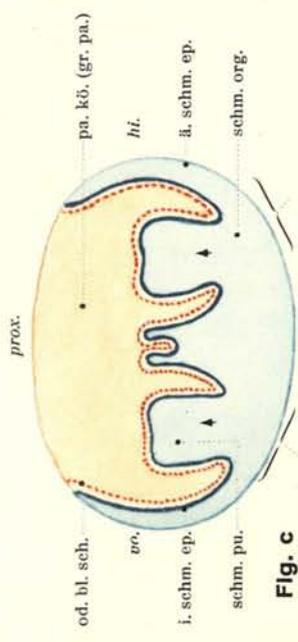


Fig. c

ko. 1 pa. kö. (ko. 1 z. alg.)      ko. 2 pa. kö. (ko. 2 z. alg.)

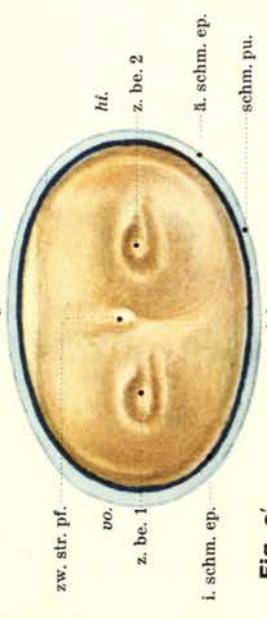


Fig. c'

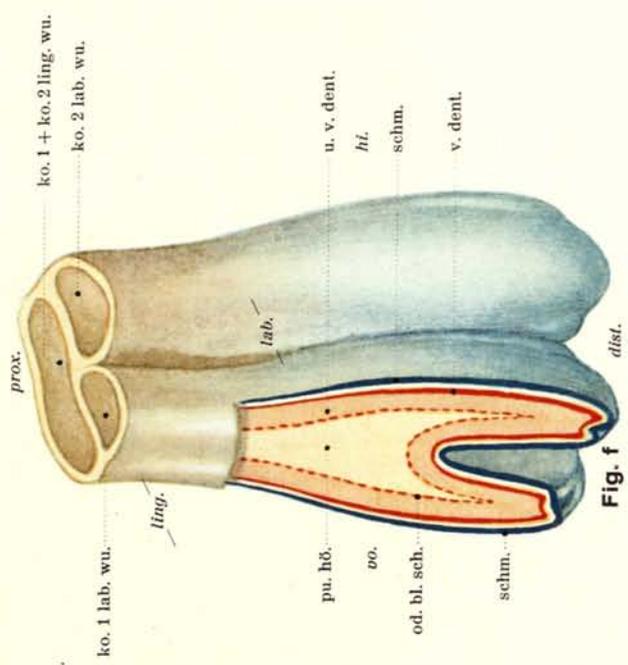


Fig. f

Das Schnittbild ist ein deutlicher Beweis für die Zweikomponentigkeit der Anlage und bekundet das gegensätzliche Verhalten zum Querschnitt durch den pr. 2<sup>d</sup> (vide Bild Fig. 2, Taf. XXVIII).

*aa) Die Verhältnisse an zwei von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 10,5 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. IV, Fig. 1 und 2.

Schon auf frühen Entwicklungsstadien des Rindes, bei Embryonen von 10,5 cm Kopfsteisslänge (Taf. IV, Fig. 1 und 2), können die beiden Sekundärpapillenbildungen, die von vorn nach hinten in Längsschnitten aufeinanderfolgen, wahrgenommen werden.

Auf Schnitten, die mehr oder weniger in der grössten Längsachse durch die Anlage verlaufen (Fig. 1), zeigen sich die aus der gemeinsamen Papillenanlage herauswachsenden Sekundärpapillen, nacheinander von vorn nach hinten als Zahnkegel von ungleicher Grössenausdehnung. Die erste, nach dem oralen Ende des Kiefers gerichtete Papille zeichnet sich gegenüber der zweiten, mehr okzipital gelegenen, durch ihre bedeutendere Grössendimension aus. Es ist unzweifelhaft, dass zuerst die oral gelegene Zahnpapille zur Ausbildung kommt. Diese Wahrnehmung stimmt auch mit der Beobachtung überein, dass der rangmässig zuerst erscheinende Kalkherd von beiden Hartanlagen innerhalb der Stammanlage dem vorderen Teil des Zahnes entspricht, der auch die am weitesten vorangeschrittenen Differenzierungen am Schmelzepithel und an der Odontoblastenschicht zeigt. Mehr gegen die linguale Seite der Anlage geführte Schnitte (Fig. 2) zeigen, dass zwischen beiden Wandteilen, den Komponenten 1 und 2 der Anlage bereits auch eine sekundäre Ausbuchtung in Erscheinung tritt, die als Anlage für den Zwischenstrebepeifer gedeutet werden könnte, in diesem Fall aber der basale Teil der gemeinsamen Beckerwandscheide ist. Im übrigen dringt das Schmelzorgan, das die Zahnpapillen mit Ausnahme der Basis allseitig bedeckt, proximal tief nach dieser vor, sodass zwischen beiden Papillarkomponenten ein dicker Streifen Schmelzpulpagewebe aufzufinden ist. Der zweikomponentigen Anlage des Zahnes entsprechend weist die durch den Stammpapillarkörper von vorn nach hinten hindurchgehende Achse auffallende Längendimensionen auf. Die innere Epithelschicht am Schmelzorgan weist gegenüber dem äusseren Epithel eine bemerkbare Dicke auf. Im Gewebe der Zahnpulpa gibt sich die Odontoblastenschicht deutlich zu erkennen. Im Längsschnitt erscheint die Umgrenzung der Zahnanlage gegenüber dem Bindegewebe in Form eines ein gestrecktes Oval umspannenden Umrisses, der, soweit er vom Schmelzorgan dargestellt wird (Fig. 1), noch mit dem Epithelstrang des letzteren, bzw. der Zahnleistenverbindung, versehen ist. Die Zahnanlage ist bereits vom Ort ihrer Entstehung abgerückt und hat sich möglicherweise auch noch verschoben, während in unmittelbarer Nähe der ursprünglichen Bildungsstätte eine neue Anlage, diejenige des Prämolars pr. 4<sup>d</sup> (Fig. 1 und 2) wahrzunehmen ist.

*bb) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 14,5 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. V, Fig. 1.

Deuten schon die Schnitte durch die Zahnanlage des Rindes 395 mit 10,5 cm Kopfsteisslänge auf Taf. IV, Fig. 1 und 2 auf die Komplexität des Zahnes in seiner Anlage hin, so demonstrieren weitere, etwas ältere Stadien der Rinderentwicklung (Rinder mit 14,5 bis 18,7 cm Kopfsteisslängen) noch in überzeugenderer Weise die Tatsache der Aufsprössung der Mutteranlage im Sinne der Ausbildung doppelter Zahnbecher.

Ein ähnliches Bild der Differenzierung, wie es in Fig. 2, Taf. IV, vorgelegen hat, bietet die Zahnanlage am Oberkiefer des Rinderembryos 313 mit einer Kopfsteisslänge von 14,5 cm. Die Zahnbecherwände treten noch imposanter in Erscheinung als im vorigen Fall. Das Papillar-

körpergewebe wird im Schnitt auf grösserer Flächenausdehnung sichtbar. Die Anlage wird vom innern Schmelzepithel des Schmelzorgans umsäumt.

*cc) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 14,8 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. V, Fig. 2.

Ein ähnliches Schnittpräparat wird in Bild Fig. 2, Taf. V, vorgezeigt. Die Anlage entstammt dem Kiefer eines um wenig mehr älteren Embryos. Der Schnitt geht diesmal so durch die Anlage, dass die erste (vordere) Komponente voll im Becherwandteil, die zweite (hintere) Komponente dagegen im Grubenteil des Bechers vom Schnitt getroffen wird. Die schief gegen den Grubengrund des 2. Bechers hin abfallende Becherwand ist in der Grubengrundnähe angeschnitten. An jene anschliessend zeigt sich links im Präparat ein Stück der Seitenwand des Zahnkelches, während über dem Grubengrund das Gewebe der Schmelzpulpa seine Ausbreitung nimmt, die das ganze Becherlumen ausfüllt.

*dd) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 16,7 cm langen Rinderfötus.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. V, Fig. 3.

Fig. 3, Taf. V bezieht sich auf ein Präparat, das im Schnitt den Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderembryos 384 mit 16,7 cm Kopfsteisslänge zur Darstellung bringt. Die beiden Becherwände sind gleichmässig getroffen und der zwischen ihnen aus dem papillären Grundgewebe sich erhebende Zapfen aus Pulpagewebe demonstriert das Wachstum der einzelnen Becher auch im Bereich der interkalikär zusammenstossenden Seitenwände in der Anlage. In sehr deutlicher Weise demonstriert der Schnitt die zwischen den beiden Becherwänden bestehende basale Verbindung, in der die Zugehörigkeit beider Anlagekomponenten zu einer gemeinsamen Grundanlage zum Ausdruck kommt.

*dd') Die Verhältnisse an zwei labio-lingual geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 17,6 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXVIII, Fig. 5 und 6.

Die Komplexität des pr. 3<sup>d</sup> ergibt sich aus der Betrachtung einer lückenlosen labio-lingualen Längsschnittserie durch die Zahnanlage beim Rind 387, ♂, mit 17,6 cm K S. L.

Fig. 5, Taf. V gibt den maximalen Schnitt durch den vorderen Zahnbecher des zusammengesetzten Zahnes, Fig. 6 derselben Tafel den labio-lingualen Längsschnitt durch den hinteren Becher. Ein Vergleich der beiden in der Reproduktion wiedergegebenen Schnitte zeigt, dass der vordere Becher gegenüber dem hinteren entwicklungsgeschichtlich weiter fortgeschritten ist. So zeigt er namentlich eine viel stärker entwickelte bukkale Becherwand und hinsichtlich der Ausbildung von Hartsubstanzen bereits auf der bukkalen Seite eine Schicht verkalkten Dentins, die wir am hinteren Becher noch nicht wahrnehmen können. Auf beiden Schnitten ist die von der bukkalen und lingualen Becherwand umstellte Kundengrubenanlage zu sehen. Der Einschnitt wird beiderseits von den Zellen der Schmelzpulpa ausgefüllt.

Auf Fig. 6 steht das Schmelzorgan in Verbindung mit der Zahnleiste, die in dem der freien Epitheloberfläche nahegelegenen Abschnitt stärker entwickelt erscheint als im anschliessenden darunter gelegenen Teil, der die Verbindung von Zahnanlage und Zahnleiste herstellt. Auf Fig. 5 deutlicher, auf Fig. 6 weniger deutlich, erscheint die linguale Nebenzahnleiste.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> AHRENS (1913) bezeichnet den ganzen Teil der Zahnleiste, der lingual von den Schmelzorganen der Milchzähne liegt, als Ersatzleiste. AHRENS findet auch an den Schmelzorganen der bleibenden Molaren auf der lingualen

Die Bechernatur des Zahnes ist offensichtlich. In der Entwicklung ist die bukkale Wandhälfte jedes Bechers der lingualen Wandhälfte voran.

*ee) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 18,7 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. V, Fig. 4.

Der auf Taf. V, Fig. 4 abgebildete, durch den Prämolare pr. 3<sup>d</sup> am Oberkiefer von Rind 383 mit 18,7 cm Kopfsteisslänge angelegte Längenschnitt trifft die Anlage etwas weniger randständig. Bei der vorderen Komponente der Zahnanlage wird die Kundengrube durch den Schnitt angeschnitten. Man sieht den basalen Teil einer Kundengrubenwand sowie ein Stück der vordern seitlichen Becherwand. Bei der hinteren Komponente wird die bukkale Becherwand des Zahnbechers in schiefer Richtung in der Weise durchschnitten, dass ausser der distalen Wandpartie des Bechers das Lumen der Kundengrube im Durchschnitt erscheint, was im Auftreten einer schlitzförmigen Spalte (Kundengrubenlumen) im Pulpagewebe sich zeigt.

*ff) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 23,0 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. VI, Fig. 1.

Einen instruktiven, die Zweibecherigkeit der Anlage demonstrierenden Schnitt geben wir aus einer Serie von Schnitten des Oberkiefers eines Rinderföten von 23,0 cm Kopfsteisslänge wieder (Taf. VI, Fig. 1). Der Schnitt trifft die Anlage in der Weise, dass beide Becher samt ihren Kundengruben auf dem Schnittpräparat erscheinen. Am vordern Zahnbecher wird man des relativ gewaltigen Becherlumens gewahr, das von einem Teil der seitlichen vordern Becherwand des 1. Bechers und von einem Abschnitt der seitlichen vordern Wand des zweiten Zahnbechers, die also gleichzeitig Becherwand der ersten und zweiten Zahnkomponente sowie die Trennungswand der beiden Komponenten ist, umfasst wird. Die eine vom Bechergrund des 1. Bechers aufsteigende Längswand erscheint über der Grubenspalte und wird gleich den andern Partien der Anlage vom innern Schmelzepithel und der Schmelzpulpa überdeckt.

Der zweite hintere Zahnbecher tritt insofern im Schnittbild noch etwas vollständiger auf, als die seitliche vordere Becherwand mit der mit ihr in Verbindung stehenden Partie der Längswand des Bechers angeschnitten worden ist und der Eingang in das Innere des Zahnbechers, vervollständigt durch die hintere Becherwand, zugunsten der Wandteile in der Ausdehnung mehr zurücktritt. Man sieht an dieser Anlagekomponente ganz besonders schön die völlige Inanspruchnahme des Becherlumens durch die Pulpa des Schmelzorgans. Rechts im Schnittbild kommt noch der vordere Becher der Prämolare pr. 4<sup>d</sup>-Anlage, der eine ganz entsprechende Organisation hinsichtlich seiner Ausbildung zeigt, zum Vorschein.

Seite regelmässig einen Vorsprung, der als Leiste für die Anlage einer neuen Zahngeneration gedeutet werden könnte (rudimentäre Ersatzleiste einer weiteren Zahnserie im Bereich der Molaren?).

Dem von KÜKENTHAL (1914) an den Zähnen des Dugong beobachteten bukkalen Schmelzleistenast (nach KÜKENTHAL eine bukkal von der Anlage des Milchzahnes gelegene wirkliche Zahnanlage), der auch an den Milchzahnanlagen des Rindes in Erscheinung tritt, können wir in Übereinstimmung mit AHRENS, wenn überhaupt ein Vergleich zulässig ist, was uns nicht ohne weiteres gegeben erscheint, unmöglich den Wert einer prälaktealen Zahnanlage beimessen, zumal er auf keinen Fall beim Rind die Grundlage für einen späteren bukkalen Zahnkeim abgibt. Jedenfalls könnten wir in unserer Schlussfolgerung nie so weit gehen, wie KÜKENTHAL in seiner Untersuchung gegangen ist, dass dieser Befund einen neuen embryologischen Beweis dafür liefere, dass die Bildung der Säugetierzähne durch Verschmelzung aufeinanderfolgender Zahnserien der Säugetiervorfahren erfolgt.

*gg) Die Verhältnisse an einem Querschnitt durch die Zahnanlage eines 26,0 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. VI, Fig. 2.

Studieren wir auch die Beschaffenheit der unser Interesse beanspruchenden Anlage an einem Horizontalschnitt des Oberkiefers, welcher den Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> quer, d. h. senkrecht zur vertikal gestellten Zahnachse des Zahnes durchschneidet (Taf. VI, Fig. 2). Die rechts im Bild vorgeschobene Anlage bezieht sich auf die Entwicklung des Prämolaren pr. 2<sup>d</sup> im Milchgebiss, dessen Aufbau ein einheitlicher ist, und verdient deshalb noch eine besondere Erwähnung, weil die Stellung des Zahnes im Kiefer gegenüber derjenigen der übrigen Zähne im Gebiss eine abweichende ist, indem die von vorn nach hinten ziehende Längsachse nicht parallel mit der Medianlinie des Schädels verläuft, sondern zu dieser einen spitzen Winkel bildet, so dass die vordere Zahnkante weiter lingual zu liegen kommt als die hintere Zahnkante. Zuzufolge dieser Erscheinung besteht, wie bereits erwähnt worden ist, leicht beim Anlegen einer Serie von in der Richtung von vorn nach hinten gerichteten Längsschnitten durch die Zahnanlage die Möglichkeit, statt Längsschnitte, Schiefschnitte oder Labio-lingualschnitte durch die Prämolaren pr. 2<sup>d</sup>-Anlage zu erhalten, was bei der Beurteilung der einzelnen Schnitte stets zu berücksichtigen ist.

Vom Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> sind beide Zahnbecher im Querschnitt leicht erkennbar. In beiden Bechern breitet sich deutlich die Kundengrube aus, die beim ersten Becher in Form einer langgezogenen Spalte, beim zweiten Becher (der Schnitt geht tiefer basal durch die Anlage als beim ersten Becher) in Form eines in sich eingebogenen Ovals erscheint. Die bukkal gerichteten Wände der beiden Zahnbecher zeigen in der Mitte eine bemerkenswerte, mit der Anlage der äussern «Hauptleiste» an jeder Becherwand im Zusammenhang stehende Verdickung. Am hintern Becher prägen sich deutlich durch Anschwellung des Gewebes die Anlagen für die sog. «Seitenleisten» aus. Währenddem der hintere Becher in sich geschlossen erscheint, zeigt der vordere nach der lingualen Seite hin eine offene, vom Pulpagewebe der Zahnpapille noch nicht erreichte, nur vom Gewebe des Schmelzorgans eingenommene Stelle. Die linguale Wand des vordern Bechers ist also in ihren proximalen hinteren Teilen noch nicht mit den entsprechenden Wandteilen des hinteren Bechers verbunden, wodurch immer noch die Möglichkeit einer leichten gestaltlichen Veränderung der Zahnformation während der weitergehenden Wachstums- und Differenzierungsprozesse besteht. Gegen die bukkale Aussenseite zeigt das innere Schmelzepithel des Schmelzorgans eine stärkere Ausprägung als auf der lingualen Seite der Becherwandung. Am ersten Becher ist auch bukkal bereits eine Dentinschichtablagerung seitens der Odontoblasten erfolgt.

*hh) Die Verhältnisse an vier labio-lingualen Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 29,5 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. VII, Fig. 1, 2, 3 und 4.

Die auf Taf. VII wiedergegebenen Reproduktionen stellen labio-linguale Längsschnitte durch den Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> in der Anlage dar, von denen die in den Fig. 1, 2 und 4 wiedergegebenen Schnitte durch den vordern, der in Fig. 3 abgebildete Schnitt durch den hintern Zahnbecher angelegt sind. Die den Bildern zugrundeliegenden Schnittpräparate legen einwandfrei die Bechernatur der beiden Anlagekomponenten und das frühzeitige Auftreten einer Kundengrube in jedem der beiden Zahnbecher dar. Der Oberkiefer gehört einem Rinderföten (Rind 311) mit einer Kopfsteisslänge von 29,5 cm an.

Betrachten wir zunächst einen labio-lingualen Längsschnitt durch den ersten, vordern Zahnbecher (Taf. VII, Fig. 1). Längsgeschnitten sind die bukkale und linguale Becherwand, erstere mit ihrer proximo-distal verlaufenden, an der äussern Oberfläche der Zahnwand in Erscheinung tretenden Hauptverdickungsleiste, deren seitlicher, mit der Schnittebene zusammenfallender Falten-

wurf den unter dem innern Schmelzepithel ausgebildeten Dentinbelag zeigt. Die labiale Becherwand ist gegenüber der lingualen beträchtlich kräftiger (im Oberkiefer!) und besitzt eine Längenausdehnung, die von der lingualen Wand nicht erreicht wird. Die linguale Becherwand ist niedriger gebaut und weist keine Verdickungsleiste auf. Sie erscheint deshalb im Durchschnitt entsprechend dünner.

Beide Becherwände werden nach aussen und innen vom Schmelzorgangewebe überkleidet. Während aber an der bukkalen Becherwand in den distalen Teilen eine Zusammenlegung des inneren und äusseren Schmelzepithels unter Reduktion der Schmelzpulpa stattgefunden hat und nur an der Basis der Zahnwand durch Zwischenlagerung von Pulpagewebe das Auseinanderweichen beobachtet wird, weisen an der lingualen Becherwand und im Kundengrubengrundbereich die beiden Epithelien allerorts im Überzug eine Distanzierung auf. In die Kunde dringt das in der Umgebung der Anlage ausgebildete Bindegewebe ein und schmiegt sich allenthalben dem Schmelzorgan an.

Ähnliche Verhältnisse liegen in dem auf Tafel VII, Fig. 2 nebenstehend abgebildeten Schnittpräparat vor. Auch hier wird die Hauptleiste der bukkalen Becherwand vom Schnitt getroffen, doch handelt es sich diesmal nicht um einen tangentialen Anschnitt der Seitenwand der Verdickungsleiste, sondern um einen regelrechten Durchschnitt derselben. Die bukkale Becherwand stellt an dieser Stelle einen in distaler Richtung sich verjüngenden, vorn angeschnittenen Kegel dar, an dessen Umgrenzung sich inneres und äusseres Schmelzepithel und eine an der labialen Wandfläche stark entwickelte Dentinschicht beteiligen, während der eigentliche Innenraum vom Papillarkörpergewebe, von der Zahnpulpa und der Odontoblastenschicht eingenommen wird.

Ausserhalb des Bereichs der Hauptleiste verliert die Wand auf der Bukkalseite des Bechers, wie folgende Schnitte der Serie zeigen, wieder ihre Dicke (Taf. VII, Fig. 3) und erscheint im Längsschnitt als dünne, vom Schmelzepithel und Dentin eingefasste, mit dem Papillarkörper in Verbindung stehende Gewebeleiste, deren innere Wand nach der bukkalen Seite hin die Kundengrube (↓) abgrenzen hilft.

Ähnliche Verhältnisse offenbart ein in entsprechender Richtung angelegter Schnitt durch die zweite, hintere, in der Entwicklung noch nicht so weit fortgeschrittene Zahnbecheranlage am nämlichen Zahn (Fig. 4).<sup>1</sup> Die Längsachse der beiden Becherwände nehmen einen mehr oder weniger parallelen Verlauf. Hinsichtlich der Längserstreckung bleibt auch hier die linguale Becherwand in der Entwicklung hinter der bukkalen Wand zurück. Sehr deutlich ist die Kundengrube (↓) ausgebildet, auf deren Grund die Bestandteile des Schmelzorganes anzutreffen sind, während die Becherwände zum grössten Teil nur noch von den Epithelien des Schmelzorganes umkleidet werden. Das subepitheliale Bindegewebe stösst in das Lumen der Bechergrube vor und füllt, mit Ausnahme der vom Schmelzorgan eingenommenen Partien, diese vollständig aus.

*ii) Die Verhältnisse an zwei von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 25,0 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. VIII, Fig. 1 und 2.

Ganz entsprechende Verhältnisse, wie sie unter *ff* bei einem 23 cm langen Rinderembryo erörtert worden sind, treffen wir auf Längsschnitten von nämlicher Schnittrichtung durch die Prämolare *pr. 3<sup>d</sup>*-Anlage bei einem etwas älteren Föten mit Kopfsteisslänge 25,0 cm an.

Fig. 1 lässt die Zahnanlage weiter lingual im Schnitte als in Fig. 2 getroffen erscheinen. Während die bukkale Becherwand des ersten Zahnbechers beinahe in voller Ausdehnung durchschnitten erscheint, geht der Schnitt im hintern Teil der Zahnanlage, beim zweiten Becher, durch dessen Kundengrube und zeigt hierorts im Anschnitt die seitlichen vordern und hintern

Zu vergleichen miteinander sind nicht die in den Figuren 4 und 3 wiedergegebenen Schnitte, sondern die Schnittbilder auf den Figuren 1 und 3, da diese Schnittpräparate aus entsprechenden Regionen am ersten und zweiten Zahnbecher stammen.

Becherwandteile neben der aus dem Kundengrubengrund aufsteigenden Kundengrubenwand. Die mit Ausnahme der Basis die ganze Zahnanlage überdeckende Schmelzpulpa füllt das ganze Lumen des Zahnbechers aus und überschichtet ausserdem noch die distalen Ränder der seitlich angeschnittenen Becherwand.

Fig. 2, Taf. VIII zeigt den Anschnitt der Zahnbecher 1 und 2 in den Wandteilen mehr lateral. Letztere sind durch eine Brücke von papillärem Pulpagewebe miteinander verbunden und im vorderen Zahngebiet (am ersten Zahnbecher) in der Randumgrenzung (besonders am vorderen Becher) mit einer Schicht Dentin bereits ausgerüstet.

*kk) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 34,5 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. VIII, Fig. 3.

Längsschnitte durch noch ältere Zahnanlagen, denen ebenfalls der Prämolare pr.<sup>3d</sup> am Oberkiefer zugrunde liegt, mögen als weiteres Beweismaterial für die Richtigkeit der Darstellung des zweibecherigen Baucharakters des in Rede stehenden Zahnes dienen. Wir lassen Schnitte durch die Zahnanlage eines 34,5 cm und später dann noch (in «ll») eines 38,0 cm langen Rinderembryos folgen.

Das jüngere Individuum zeigt am Oberkiefer die Prämolare pr.<sup>3d</sup>-Anlage (Taf. VIII, Fig. 3) auf dem Schnittpräparat in der Weise zerlegt, dass dem Beschauer der vordere Zahnbecher mit offen klaffender Kunde entgegentritt, während im hintern Zahnteil, am zweiten Zahnbecher, der Schnitt zum grossen Teil schon jenseits der Kunde geführt ist und daher die Becherwand beinahe in der vollen Ausdehnung im Präparat erscheint. Zwischen dem vorderen Teil der Becherwand der Zahnkomponente 1 und dem angeschnittenen hinteren Teil der Längswand des Zahnbechers breitet sich noch ein Teil des Hohlraumes der Kundengrube des Zahnbechers 2 aus. Der nach aussen offen in Erscheinung tretende vordere Zahnbecher weist als innere Auskleidung das im Pulpateil stark reduzierte Schmelzorgan auf, während der grösste übrige Teil des Becherlumens nunmehr von Bindegewebe ausgefüllt ist. Der nämliche Befund ergibt sich auch am hintern Becher an der Stelle, wo noch teilweise die Kundengrube angeschnitten zu sehen ist. Die Zahnbecherwände haben durch Ausscheidung einer Schmelzlage seitens der Adamantoblasten und einer Dentinschicht seitens der Odontoblasten eine stärkere Unterlage erhalten.

*ll) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 38,0 cm langen Föten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. VIII, Fig. 4.

In entsprechender Weise tritt die Zahnanlage des Prämolare pr.<sup>3d</sup> am Oberkiefer des Rindes 155 von 39,0 cm Kopfsteisslänge auf, nur finden wir diesmal in der vordern Becheranlage das Lumen der Kundengrube im Schnitt zum guten Teil von der aufsteigenden Hauptleiste der bukkalen Längswand durchsetzt, während im hinteren Zahnbecher nur die basalen Teile der Kundengrubenlängswand angeschnitten erscheinen und um so deutlicher die in ihrem Verlauf parallel gerichteten seitlichen Teile der Becherwand zu sehen sind. Ueberall da, wo die Zahnanlage in ihren papillären Gewebebeständen angeschnitten wird (eine Ausnahme macht wieder die Basis der Anlage), zeigen sich Lagen verkalkten Dentins, die junge Schmelzsubstanzablagerungen über sich tragen. Die Zweibecherigkeit der Anlage ist unzweifelhaft.

*mm) Die Verhältnisse an labio-lingual geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 72,0 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Textfig. mm und mm' (Ob. Kiefer).

Zwei durch den ersten und zweiten Zahnbecher gelegte labio-linguale Längsschnitte sollen Aufschluss über das weitere Verhalten der beiden Zahnbecher geben, die im allgemeinen und speziellen Aufbau grosse Übereinstimmung zeigen.

**Textfiguren mm u. mm'**  
(Ob. Kiefer).

pr. 3<sup>d</sup>, rechter Oberkiefer

Ri. 310 ♀. 72,0 cm K.S.L.  
bukko-linguale Längs-  
schnitte durch den  
Zahn.  
Vergrößerung im  
Maßstab 1:3,5.

Fig. mm: Längsschnitt  
durch den vorderen  
Zahnbecher. Se. 57.  
Schnitt 33.

Fig. mm': Längsschnitt  
durch den hinteren  
Zahnbecher. Se. 57.  
Schnitt 203.

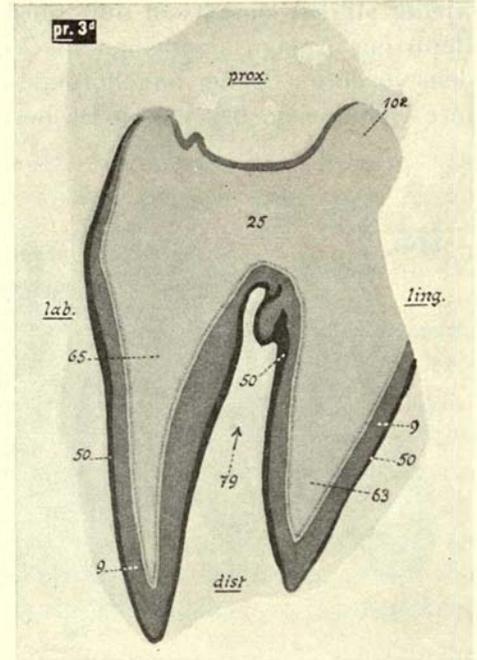
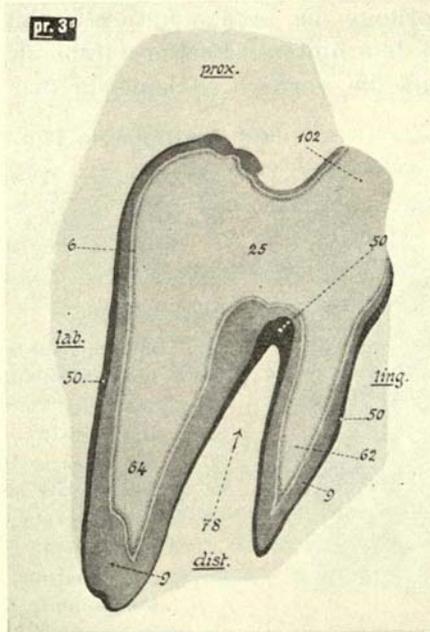
dist. = distal

prox. = proximal

lab. = labial

(bezw. bukkal)

ling. = lingual



Textfig. mm und mm' (Ob. Kiefer)

6 = Odontoblastenschicht

9 = verkalktes Dentin

25 = Pulpa

50 = Schmelz (Substantia adamantina)

62 = linguale Becherwand, Komponente 1

63 = linguale Becherwand, Komponente 2

64 = labiale Becherwand, Komponente 1

65 = labiale Becherwand, Komponente 2

78 = Kundengrube, gebildet von der 1. Zahnkomponente

79 = Kundengrube, gebildet von der 2. Zahnkomponente

102 = lingualer Wurzelast

Der erste Schnitt durch den vorderen Becher der Zahnanlage zeigt deswegen die Anlage in etwas kleinerem Umfang, weil der Schnitt nicht den maximalen Schnitt, der durch den zweiten Becher geht, repräsentiert. Die beiden Schnitte, Fig. mm und mm', zeigen die beiden Becher in charakteristischem Aufbau, an dem sich je eine bukkale und linguale Becherwand und eine tief proximal hinabreichende Kunde beteiligen. Die bukkalen Wände reichen distalwärts tiefer als die lingualen Kelchwände, beide zeichnen sich aber durch scharfkantige Umschlagsränder aus. Die Oberfläche der Anlage wird aber von einem deutlichen Schmelzepithel umsäumt, das eine bemerkenswerte Dicke (Fig. mm) im Bereich der Kundengrube aufweist. Man beachte auch die nach der proximalen Seite hin bestehende Verschmälerung des Kundengrubenlumens, dessen grösster Durchmesser am freien Zahnende gelegen ist.

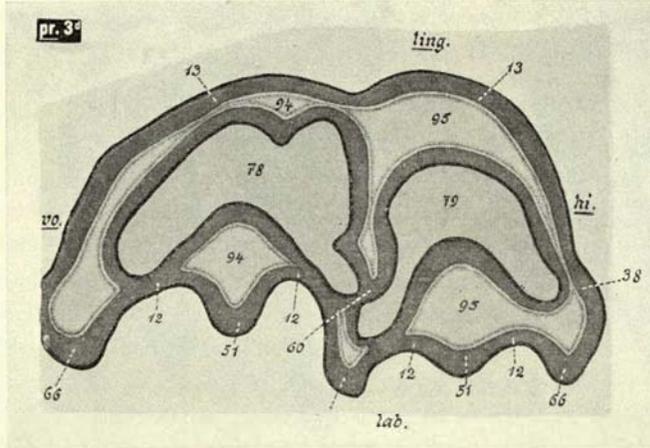
*nn) Die Verhältnisse an einem horizontal geführten Querschnitt durch die Zahnanlage eines 91,0 cm langen Rinderfötus.*

Hierzu: Textfig. nn (Ob. Kiefer).

Um den Beweis zu liefern, dass der Zahn im Grunde genommen zwar einheitlicher, aber in gewissem Sinne doch zusammengesetzter Natur ist, führen wir noch ein Stadium der Zahnentwicklung auf, wie es in Fig. nn wiedergegeben ist.

Der Querschnitt zeichnet sich aus durch zwei gleichgeartete Becher, deren verschmolzene Wand zum Teil noch nachweisbar ist, die aber bereits eine derartig enge Verbindung miteinander eingegangen haben, dass die linguale, ursprünglich aus zwei Becherwänden bestehende Zahnwandseite einheitlich erscheint. Der vordere Becher ist gegenüber dem hinteren

wieder stärker entwickelt und weist gegenüber diesem eine grössere Kunde auf. Am bukkalen Rand der Anlage erscheinen als Vorsprünge die beiden mittelständigen Hauptleisten und die dem vorderen Becher angehörende und dem hinteren Becher zufallenden Nebenleisten. Die hintere Nebenleiste des ersten Bechers und die vordere Nebenleiste des zweiten Bechers bilden



Textfig. nn (Ob. Kiefer)

### Textfigur nn (Ob. Kiefer).

*pr. 3<sup>d</sup>, rechter Oberkiefer.*

*Ri. 335 ♂. 91,0 cm K. S. L. Horizontalschnitt.  
Vergrößerung im Maßstab 1:3,5.*

lab. = labial (bezw. bukkal)      hi. = hinten  
ling. = lingual                      vo. = vorn

- 12 = labiale Zahnbecherwand
- 13 = linguale Zahnbecherwand
- 38 = seitliche Wandung, Zahnbecher 1
- 51 = Hauptleiste an der Zahnbecherwand
- 60 = gemeinsame Becherscheidewand
- 66 = Seitenleiste am Zahnbecher
- 78 = Kundengrube, gebildet von der 1. Zahnkomponente
- 79 = Kundengrube, gebildet von der 2. Zahnkomponente
- 94 = Pulpagewebekegel, Zahnbecher 1
- 95 = Pulpagewebekegel, Zahnbecher 2

ein einziges Verschmelzungsprodukt. Der Aufbau ist im Grunde genommen an jedem Becher einfach. Man sieht im Innern die Kundengrube, man erkennt in beiden Durchschnitten der bukkalen Becherwände den in der Mitte gelegenen Dentinkegel, eingengt von der Hartschicht des Dentins, die die Odontoblasten immer mehr in eine zentralere Lage hineinzwängt. Auf der lingualen Seite der Zahnbecher erscheinen die Dentinkegel etwas flächenhafter im Anschnitt.

### b) Schnittbilder von der Prämolare pr. 4<sup>d</sup>-Anlage im Milchgebiss

*o/aa) Die Verhältnisse an einem Horizontalschnitt (Querschnitt) durch die Zahnanlage eines 9,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXIX, Fig. 1.

Der Schnitt durch die Zahnanlage des obgenannten Rinderembryos zeigt zufolge der von oben hinten nach unten vorn schief gerichteten Höhenaxe des Zahnkeimes den Papillarkörper unbedeckt vom Schmelzepithel. Die Papille ist vollkommen einheitlicher Natur und zeigt keine Aufteilung dieser Anlage<sup>1</sup>. Die Zahnleiste steht in Verbindung mit dem Schmelzorgan, und es ist an ihr leicht ein stärker ausgebautes linguales Blatt und ein weniger scharf konstruiertes, gefaltetes, bukkales Blatt auseinanderzuhalten. Zwischen beiden Blättern liegt die Ausbildungszone der Schmelzpulpazellen, die sich im Bereich der Schmelzglocke bereits angereichert haben.

*aa) Die Verhältnisse an zwei von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 16,7 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. IX, Fig. 1 und 2.

Nach demselben baulichen Schema wie Prämolare pr. 3<sup>d</sup> ist Prämolare pr. 4<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rindes 384 aufgebaut und kann deshalb als ein weiteres Beispiel für einen zweibecherigen

<sup>1</sup> Die Prämolare pr. 4<sup>d</sup>-Anlage stellt sich HOFFMANN, abgesehen von kappenförmigen Schmelzorganen, als eine einfache, uneingeteilte, niedrige Bindegewebspapille vor.

Zahn im Gebiss des Rindes gelten. Wir wollen im folgenden die Beschreibung einiger Schnitte an Hand mikroskopischer Aufnahmebilder von Schnittpräparaten des Prämolars pr. 4<sup>d</sup> in der Anlage folgen lassen. Die Bilder erinnern an die mikrographischen Wiedergaben der im vorigen beschriebenen Fälle, die sich auf den Prämolars pr. 3<sup>d</sup> beziehen.

Zunächst seien zwei Schnittbilder aus einer Schnittserie vom Oberkiefer eines 16,7 cm langen Rinderembryos besprochen, die das Verhalten der Anlage an von vorn nach hinten geführten Längsschnitten illustrieren (Taf. IX, Fig. 1 und 2).

Fig. 1, Taf. IX, zeigt die Anlage an einem seitlich geführten Längsschnitt. In Fig. 2, Taf. IX, ist die Anlage mehr in ihren mittelständigen Partien getroffen.

In Fig. 1 sind die beiden vorn und hinten ungleichmässig ausgebildeten seitlichen Becherwandteile sichtbar. Die in der vorderen Region der Anlage ausgebildete Wand ist stärker entwickelt als die hintere Wand. Die Wände werden durch einen proximal vorstossenden Zapfen des Schmelzorgans in ihren selbständigen Teilen getrennt und hängen an der Basis in ihrer Grundanlage zusammen. Sie werden seitlich und distal von relativ kräftig entwickelten Schmelzepithelien (inneres Schmelzepithel) umschieden. Das Schmelzorgan reicht an den Seitenteilen der Anlage tief herunter, wobei die Umschlagstellen des inneren und äusseren Schmelzepithels die Basis des Papillarkörpers erreichen. Vom Stratum corneum hat sich ein Ballen verhorntes Epithelgewebe abgelöst und wird in einiger Entfernung von der Zahnanlage im Bindegewebe angeschnitten vorgefunden.

Fig. 2, Taf. IX, demonstriert zufolge der Schnittführung durch die Anlagenmitte die Bechernatur der zukünftigen beiden Anlagekomponenten. Der vordere Zahnbecher zeigt seinen vollen Grubengrund, der vollkommen von der Schmelzpulpa des Schmelzorgans ausgefüllt ist. Man sieht die vorderen und hinteren seitlichen Wandpartien des Zahnbechers. Die hintere Wand des vorderen Zahnbechers dient zugleich dem hinteren Zahnbecher als Trennungswand. Dieser zeigt sein Kundengrubenlumen nicht völlig frei. Von der aufsteigenden Becherlängswand bzw. der «Hauptleiste» derselben ist noch der basale Teil zu sehen. Über die Gründe der Kundengruben breitet sich in hoher Schicht das durch Zellvermehrung stark angewachsene Pulpagewebe des Schmelzorgans.

*aa') Die Verhältnisse an 5 Horizontalschnitten (Querschnitten) durch die Zahnanlage eines 20,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXIX, Fig. 2-6.

Fig. 2. Der am meisten distal geführte Schnitt dieser Schnittserie von der Zahnanlage pr. 4<sup>d</sup> des Oberkiefers lässt am ersten (vorderen) Zahnbecher die beiden Wände, die labiale (buk-kale) und die linguale Becherwand, im Querschnitt getroffen erscheinen. Erstere mit nach aussen und innen stark gewölbten Wänden, letztere mit nach innen flacher, nur nach aussen gewölbter Wand. Vom zweiten Becher sieht man die bukkale Kelchwand in grösserer, die linguale in kleinerer Durchschnittsfläche. Alle 4 Wände sind unverbunden und freistehend im Bereich dieser Schnitthöhe. Die ganze Anlage wird umfasst vom Schmelzorgan, dessen Pulpa sich auch in den Trennungszonen zwischen den Becherwänden ausbreitet. Deutlich können im Pulpafeld die Auftrennungsleisten<sup>1</sup> in der Schmelzpulpa wahrgenommen werden. Auf dem Schnittbild erscheint ein Stück der Zahnleiste und eine in ihr differenzierte sog. «Epithelperle».

Fig. 3. Der Schnitt bezieht sich auf eine etwas basaler befindliche Region als der auf Fig. 2 abgebildete. Die freien Wandteile des ersten Zahnbechers stehen bereits miteinander

Wir stimmen mit MARCUS, H. (1931), der die Gymnophionen, Krokodile und die Marsupialier zum Gegenstand seiner Untersuchungen über die Zahn- und Gebissentwicklung innerhalb seiner Zahnstudien gemacht hat, überein, dass von einem «Schmelzseptum» eigentlich nicht die Rede sein kann, sondern von einem Schmelzzellstrang, dessen Bildung der Aufteilung der Schmelzzellenmasse (Schmelzpulpa), durch das Vor- und Eindringen von Bindegewebe in die Anlage des Schmelzorgans veranlasst, vorausgeht.

oral in Verbindung, so dass der Becher nach vorn hin geschlossen, nach hinten aber noch geöffnet erscheint. Der hintere Becher, der in der Entwicklung dem vorderen noch nachsteht, erscheint nach wie vor in seinen beiden getrennten Wandhälften, wobei die linguale Becherwand nunmehr in grösserer Fläche angeschnitten auftritt.

Fig. 4 weicht in der Ansicht von Fig. 3 insofern ab, als auf der lingualen Seite bereits zufolge der noch tiefer geführten Schnittrichtung die beiden lingualen Becherwände miteinander nunmehr in Verbindung stehen und auch auf der bukkalen Seite die beiden approximalen Wandteile von Becher 1 und Becher 2 sich nahezu berühren. Das Lumen des Zahnbechers 1 steht in Verbindung mit dem Lumen des Zahnbechers 2, der nach wie vor nach hinten geöffnet ist.

Fig. 5 lässt die Verschmelzung der beiden Zahnanlagekomponenten noch vollständiger erkennen, zumal im ersten Becher die Kunde nach hinten vollständig abgeschlossen in Erscheinung tritt und beim hinteren Becher nunmehr auch ein Becherabschluss zufolge des Zusammentretens der hinteren Becherwand des ersten Bechers und der vorderen Wand des zweiten Bechers oral festzustellen ist. Bis auf eine kleine Spalte ist die Kunde des zweiten Bechers ebenfalls geschlossen; eine Öffnung ist noch aboral vorhanden.

Fig. 6 gibt den Durchschnitt der Zahnanlage in einem Bild wieder, das die Verhältnisse innerhalb der Materialserie am tiefsten durchgeführten Durchschnitt vorführt. Die Papille ist einheitlich, die beiden Sekundärpapillen miteinander vereinigt, die Gebiete der getrennten Papillarkegel lassen sich noch in Schatten im Pulpagewebe nachweisen, das Schmelzorgan reicht nach wie vor auf der bukkalen Seite längs der vereinigten Becherwände als Deckmantel herab, während auf der lingualen Seite die Papille in ihren Randteilen nur von der Anlage des Zahnsäckchens umkleidet ist.<sup>1</sup>

*bb) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 23,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. X, Fig. 1.

Zwei weitere durch etwas ältere Zahnanlagen geführte Längsschnitte (Fälle *bb* und *cc*), die verschiedenen Rinderföten angehören, veranschaulichen entsprechende, in der Entwicklung etwas weiter fortgeschrittene Verhältnisse. Wir geben zunächst diejenigen des ersten Falles (bei Rind 312) bekannt.

In Fig. 1, Taf. X, ist am ersten Zahnbecher der Kundengrubengrund mit einem Stück der aufsteigenden Längswand in den mittleren Partien des Zahnkelches getroffen, sowie ein Stück der Längswand in ihren gebogenen seitlichen vorderen Teilen. Vom zweiten Zahnbecher ist die laterale Längsbecherwand zu sehen. Zwischen beiden Becheranlagen befindet sich ein beiden Zahnkelchen zufallendes seitliches Trennungstück (seitliche Teile der Becherwände), das den einheitlich verschmolzenen Teil der beiden seitlichen Becherwände darstellt.

*cc) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 25,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. X, Fig. 2.

Noch deutlicher als im vorigen Fall treten die Becherformen der beiden Zahnkomponenten an der Prämolaren pr. 4<sup>d</sup>-Anlage des Rindes 381, Taf. X, Fig. 2, auf. Einwandfrei sieht man

<sup>1</sup> Beim Rind handelt es sich im Falle der «Konkreszenz» um eine Verschmelzung einzelner Teilkomponenten einer gemeinsamen Anlage, die im Verkalkungsgeschehen, mutmasslich sekundär, eine gewisse Selbständigkeit erlangt haben, in dem sie einer Verhärtung unterliegen, als ob sie von Anfang an selbständig angelegt worden wären, wiewohl sie einer einheitlichen Grundanlage angehören. In diesem Sinne nur können wir den Autoren DUBREUIL-CHAMBARDEL ET HERPIN (1910) beipflichten, wenn sie sagen: «La concrescence des dents qui amène chez les vertébrés supérieurs la formation des dents complexes telles que les molaires n'est en somme qu'un stade ultime de la fusion des divers follicules.»

auf dem vorliegenden Schnitt die aus einem gemeinsamen, unaufgeteilten Zwischenwandstück hervorgehenden seitlichen Wandteile zum vorderen und hinteren Becher der Zahnanlage abgehen. Der Zahnbecher 1 zeigt den Kundengrubengrund, der Zahnbecher 2 ein Stück der zwischen den seitlichen Becherwandteilen aufsteigenden frontalen Becherlängswand.

*dd) Die Verhältnisse an drei Querschnitten durch die Zahnanlage eines 26,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. X, Fig. 3 und 4, Taf. XI, Fig. 1.

Als sehr instruktiv und einen guten Einblick in die innern Organisationsverhältnisse der Zahnanlage gewährend, erweisen sich horizontal zum Zahnrand geführte Querschnitte durch die Entwicklungsstadien des zweibecherigen Prämolars pr. 4<sup>d</sup>. An einer Serie von Horizontalschnitten durch den Oberkiefer, auf welchen die Zahnanlage quer getroffen ist, geben wir Schnittpräparate wieder, die dem Oberkiefer des Rindes 370 angehören, das eine Kopfsteisslänge von 26,0 cm aufweist.

Fig. 3 auf Taf. X, zeigt die Zahnanlage in ihren distalen Teilen quer geschnitten, Fig. 4, Taf. X, die Zahnanlage in einem mehr proximal geführten Querschnitt, während Fig. 1, Taf. XI, die Zahnanlage in einem Anschnitt zeigt, auf welchem nur die am meisten distad reichenden bukkalen Becherlängswände noch auf dem Schnitt zu sehen sind.

In Fig. 3 sind die bukkalen und lingualen Hauptwände des vorderen und hinteren Bechers quer durchschnitten. Man gewahrt die völlige Trennung sämtlicher Wandteile der ganzen Anlage. Die bukkalen Becherwände sind bedeutend massiger abgesetzt als die lingualen Wände, die im Gegensatz zu jenen sich nur nach der lingualen bzw. medialen Seite des Schädels hin auswölben und zuzufolgedessen eine leistenartige Verdickung nach beiden Seiten, an der Aussen- und Innenkundengrubenwandfläche, wie jene, nicht zeigen, die durch die Ausbildung einer Haupt- und zweier Nebenleisten gekennzeichnet sind. In der distalen Region der Zahnanlage fehlen auch noch die seitlichen Verbindungen der papillären Wandanlagen zur Formation geschlossener Zahnbecher, so dass eine von parallel gestellten, mit Schmelzorgangewebe beschickten Wandteilen unvollständig abgeschlossene schlitzförmige Spalte längs durch die ganze Zahnanlage erscheint. Im Gebiet der vorderen Region der Zahnanlage schiebt sich zwischen dem Schmelzorganhüllgewebe, von welchem die Wandteile des vorderen Bechers bedeckt sind, Bindegewebe in den Spaltraum vor, während in der hintern Region der Anlage, im Bereich des zweiten Bechers, das Lumen der Kunde fast ausschliesslich von der Pulpa des Schmelzorgans eingenommen wird.

Auf Fig. 4 und auf dem durch sie wiedergegebenen Schnitt, der, wie gesagt, tiefer durch die Anlage gelegt ist, treten vordere und hintere Zahnbecher in geschlossener Form in Erscheinung. Die seitlichen Teile der Becherlängswände erscheinen da, wo die Kelche zusammentreffen, miteinander verschmolzen. Sie bilden zusammen mit den vordern und hintern seitlichen Wandteilen und den bukkalen und lingualen Längswänden Becher mit halbmondförmig umgrenzten, von Schmelzpulpa erfüllten Hohlräumen, die durch die innern Auswölbungen der bukkalen Becherwände und die median ausgewölbten lingualen Kelchwandstücke über halbmondförmige Lumenquerschnitte verfügen. Schliessen sich die lingualen seitlichen Wandteile an die bukkalen seitlichen Becherwände an, so kommt es zur Ausbildung seitlicher Wülste an den bukkal gelegenen Wandpartien, ein Prozess, der im Auftreten der seitlichen «Nebenleisten» an den bukkalen Becherwänden sichtbare Form gewinnt.

Auf Fig. 1, Tafel XI werden bei einem Rinderfötus von 26,0 cm Kopfsteisslänge nur die auf der labialen bzw. bukkalen Seite gelegenen, distal bedeutend tiefer als die lingualen Wände hinabreichenden Wandteile der Becher im Schnitt sichtbar. Die beiden Querschnitte durch die vordere und hintere Becherwand werden vom Gewebe des Schmelzorgans umgeben, dessen Pulpa freilich in dieser Region stark reduziert erscheint, so dass inneres und äusseres Schmelz-

epithel einander sehr nahe kommen. Die approximalen Wandteile sind durch Bindegewebe voneinander getrennt. Die Differenz im Wachstum der beiden Becher bekundet sich auch im Verhalten ihrer Teilabschnitte. Abgesehen davon, dass die Wand des vorderen Bechers gegenüber der Wand des hintern Bechers einen viel grösseren Querschnitt aufweist, sind auch an der vorderen Becherwand die einzelnen Lagen der Hartsubstanzen imponierender abgesetzt. An der Wand des vordern Bechers hat sich auf dieser Schnitthöhe die Schmelzpulpa bereits dermassen reduziert, dass äusseres und inneres Schmelzepithel einander schon berühren und eine Schmelzsubstanz zur Ausscheidung gelangt, die einer verkalkten, tiefer gelegenen Dentinschicht aufliegt. Diese, von den Odontoblasten abgesetzt, erscheint in den gefärbten Präparaten in Form einer leuchtend roten Schicht von Hartschubstanz zwischen der gelben Schmelzsubstanz und den Odontoblasten des Pulpagewebes. Auch an der Wand des hintern Bechers ist die Dentinschicht abgesetzt, erscheint aber hier, zufolge der später einsetzenden Wanddifferenzierung, lange nicht so dicht. An beiden Becherwänden treten die in der Mitte der Wandung in proximo-distaler Richtung verlaufenden Hauptleisten auf, deren Auswölbung besonders da eine starke ist, wo in Gestalt eines leistenartigen Vorsprunges eine Wandoberflächenvergrößerung entsteht.

*ee) Die Verhältnisse an zwei labio-lingualen Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 29,5 cm langen Föten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XI, Fig. 2 und 3.

Um die Becherstruktur am Zahn und auch die Ausbildung einer Kundengrube für den Prämolare pr. 4<sup>d</sup> im Milchgebiss zu demonstrieren, sei noch der Schilderung zweier labio-lingualer Längsschnitte, bzw. Kiefer-Querschnitte, mit der Zahnanlage durch den Kiefer, Erwähnung getan.

Fig. 2, Taf. XI, stellt einen labio-lingualen Längsschnitt durch die vordere Zahnkomponente, Fig. 3, Taf. XI, einen labio-lingualen Längsschnitt durch die hintere Zahnkomponente dar. Beide Schnitte zeigen mit aller Deutlichkeit einen zwischen zwei verschieden stark ausgebildeten Wandungen des Zahnbechers liegenden Spaltraum, die Anlage der Kundengrube, deren Wandteile von den Epithelien des Schmelzorgans bedeckt sind. Beim Schnitt durch den vorderen Becher treten die Schmelzepithelien an den Becherwänden im Bereich des Kundengrubengrundes und an der Basis der Anlage besonders deutlich durch die Zwischenlagerung von Schmelzpulpagewebe hervor, beim Schnitt durch den hinteren Becher dieselben allerorts längs der Becherwände, da das Schmelzpulpagewebe überall noch, mit Ausnahme der distal gelegenen Wandränder, das «äussere» vom «inneren Schmelzepithel» distanziert. Im übrigen dringt in die Kundenspalte das in der Umgebung des Zahnes ausgebildete Bindegewebe ein. Die Längenunterschiede in der Entwicklung der Becherwände auf der bukkalen und lingualen Zahnseite treten deutlich hervor, sowie die graduellen Differenzen in der Ausscheidung von Schmelz- und Dentinsubstanz an den bukkalen und lingualen Becherwänden und die am hintern Becher weniger weit fortgeschrittene Organdifferenzierung gegenüber dem vordern Becher. Nicht nur besitzen die Wände am vordern Zahnbecher im Vergleich zu denen am hintern Becher ein ansehnlicheres Längenmass; sie sind auch in bezug auf Ausrüstung mit Hartschubstanz den entsprechenden hinteren Teilen der Zahnanlage, die später als jene zur Entwicklung gelangen, überlegen.

*ff) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 34,5 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XII, Fig. 1.

Ein Längsschnitt durch eine ältere, einem Föten mit 34,5 cm Kopfsteisslänge angehörende Zahnanlage (Taf. XII, Fig. 1) zeigt die basale Vereinigung der der vordern und hintern Becheranlage zufallenden Wandteile und deren Trennung und vorläufige Selbständigkeit in den di-

stalen Teilen der Anlage. Die Oberfläche der beiden Wände sind wieder mit Schmelz- und Dentinsubstanz beschickt und ausserdem von den einzelnen Komponenten des Schmelzorgans überzogen, unter denen in den proximal gelegenen Gebieten der Zahnanlage besonders deutlich noch die Schmelzpulpa vertreten ist.

*gg) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 38,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XII, Fig. 2.

Ein ähnlicher, jedoch durch eine noch weiter entwickelte Zahnanlage angelegter Schnitt durch den Prämolare  $pr.4^d$  eines 38 cm langen Föten offenbart noch besser als der besprochene Fall die Zweibeckerigkeit des in der Entwicklung begriffenen Zahnes (Taf. XII, Fig. 2). Der Schnitt geht so durch die ganze Anlage hindurch, dass vom ersten vorderen Becher zunächst die Kundengrube zu sehen ist. Das Innere der Kunde, dessen seitliche Wandteile deutlich in Erscheinung treten, wird vom Bindegewebe ausgefüllt. Als Auskleidung der Becherwände zeigen sich die Epithelien des Schmelzorgans. Im Kundengrubenbereich erscheint auch die zwischen diesen eingeschlossene Pulpasubstanz. Der angeschnittene Wandstrahl, der die Grubenfläche im Schnittbild aufteilt, gehört der einen Frontwand des Zahnbeckers an und zeigt, was seine strukturelle Beschaffenheit anbelangt, in einem schiefen Anschnitt die bereits bekannten Schichten von Weich- und Hartschicht, nämlich das äussere und innere Schmelzepithel aufeinanderliegend, dann den Vorschmelz, das Dentin und die Odontoblastenschicht.

Der zweite hintere Zahnbecher ist gegen die linke Bildseite hin insofern inkomplett, als zufolge der Krümmung der Zahnleiste und des damit verbundenen beschränkten Umfanges des Gewebegebiets bei gegebener Schnittrichtung die hintere Seitenwand des Beckers im Präparat nicht mehr erscheint, sondern nur die seitliche vordere Wand des Beckers, die mit der hinteren Seitenwand des ersten Beckers in den basalen Teilen verschmolzen ist, und in voller Längserstreckung der Hauptstrahl der bukkalen Frontwand. An der Basis sind, wie gesagt, die einander benachbarten Seitenwände von Zahnbecher 1 und 2 miteinander verschmolzen. Die selbständig auftretenden Seitenwände sind aber ebenfalls im Schnitt in den Anfangsteilen getroffen.

*hh) Die Verhältnisse an drei von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 72,0 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Textfiguren hh) 1, hh) 2, hh) 3 (Ob. Kiefer).

Um die Zweibeckerigkeit und Komplexität des Zahnes auch auf einem weit älteren Stadium der Entwicklung nachzuweisen, führen wir noch aus einer wiederum vollständig lückenlosen Schnittserie drei ausgewählte, durch verschiedene Regionen der Zahnanlage hindurchgehende Schnitte in der Reproduktion auf.

Fig. hh) 1 (Schnitt 13 der Serie) ist lingualwärts durch die Zahnanlage gelegt, Fig. hh) 2 (Schnitt 47 der Serie) zeigt den Durchschnitt durch die Anlage mehr bukkal, Fig. hh) 3 (Schnitt 112 der Serie) den Anschnitt noch mehr bukkal.

Fig. hh) 1 zeigt die beiden lingualen Becherwände im Anschnitt und den zwischen ihnen gelegenen, ebenfalls längs getroffenen, interkalikären Zwischenstrebepeiler. Zufolge der nicht ganz in der Schnittrichtung gelegenen Wandflächen erscheint die am Wandaufbau beteiligte Dentinschicht namentlich am distalen Rand des Anschnittes aboral breit. Die Becherwände und der Strebepeiler sind von einer starken Schmelzschicht überdeckt, unter der die Dentinsubstanz folgt. Parallel mit der inneren Randzone der Dentinschicht verläuft die Odontoblastenschicht. Da der Zwischenstrebepeiler eine seitliche Ausstülpung der lingualen Becherwandteile ist, so zeigt er natürlich denselben histologischen Aufbau wie die Becherwände selbst, besteht also von innen nach aussen aus Pulpa, Odontoblasten, Dentin und Schmelzepithel. Die vordere



Becherwand ist kräftiger entwickelt, was auch im imponierenderen Ausmass des Abschnittes zum Ausdruck kommt.

Verfolgt man die Serie der Schnitte weiter und gelangt man zu Schnittpräparaten, die den Zahn mehr bukkal getroffen erscheinen lassen, so begegnet man Verhältnissen, wie sie auf Fig. hh) 2 wiedergegeben sind, wo der vordere Zahnbecher bereits in seiner Kunde angeschnitten ist, während der hintere Becher das distal noch weiter reichende Gewebe der lingualen Becherwand zeigt. Auffallend erscheint die sehr tief reichende Kunde im vorderen Becher, die von einer vorderen und hinteren seitlichen Wand nach aussen abgeschlossen wird. Am Grunde des Bechers erscheint bereits ein Anschnitt der bukkal aufsteigenden Kundenwand, die im typischen Aufbau eines Schmelzepithels, einer Dentinlage und einer Odontoblastenschicht, vorliegt.

Im letzten zur Reproduktion gewählten Längsschnitt durch die Zahnanlage-pr. 4<sup>d</sup> finden wir nun beide Becher, den vorderen und den hinteren, im Bereich der Kunden angeschnitten. In einwandfreier Weise lassen sich auf dem Schnittpräparat die zum Teil noch isoliert voneinander abstehenden approximalen benachbarten Seitenwände der Zahnbecher nachweisen, die nur an der Basis die Verwachsung zeigen. Der Schnitt gibt die beiden Zahnkelche in kompletter Form wieder und zeigt die nach dem distalen freien Ende aufsteigenden bukkalen, zufolge ihrer Schiefstellung schief angeschnittenen Becherwände, wodurch die Vorstellung erweckt wird, dass die Kundengruben als solche nicht frei bestünden, was aber natürlich nicht der Fall ist, sondern nur durch die erwähnte Schiefstellung der betreffenden Wandteile bedingt wird. In die Zahnbecher dringt, was auf dem Schnitt, bei dessen Wiedergabe nur auf die Hartteile Rücksicht genommen worden ist, nicht eingetragen wurde, das Bindegewebe und, mit ihm, die Fasersubstanz des «Zahnsäckchens» ein, so dass die Möglichkeit einer Zementablagerung in den Kunden besteht.<sup>1 u. 2</sup>

### c) Schnittbilder von der Molar mo.1-Anlage

#### aa) Die Verhältnisse an zwei Querschnitten durch die Zahnanlage eines 26,0 cm langen Rinderföten.

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XIII, Fig. 1 und 2.

Ein weiteres Beispiel für eine aus zwei Bechern sich aufbauende Zahnanlage liefert der Molar mo.1, Molar mo.2 und Molar mo.3 am Oberkiefer des Rindes. Wir führen an dieser Stelle einige Schnitte von Zahnanlagen des ersten Backenzahnes auf.

Zunächst seien in Bildern zwei Querschnitte durch die Anlage des Zahnes bei einem 26,0 cm langen Embryo aufgeführt. Die Entwicklung der Anlage ist noch nicht weit fortgeschritten. Der distal geführte Querschnitt (Fig. 1) geht durch das dem Papillarkörper aufsitzende Schmelz-

<sup>1</sup> JOEST (1915) beobachtet an den maxillaren Backzähnen des Rindes, die noch nicht gestossen haben (JOEST's erstes Stadium der Entwicklung), dass das Zahnsäckchengewebe (früher Osteozementpulpa) nicht nur das distale Zahnende umgibt, sondern auch von aussen in dessen beide Einstülpungen eindringt und diese mit Zement ausfüllt.

HOFFMANN äussert sich 1894 über die Bildung des Kronenzementes bei den Wiederkäuern in folgender Weise: «Die Bildung des Kronenzementes bei den Wiederkäuern wird ohne die Zwischenstufe von Knorpel, durch direkte Verknöcherung der der Schmelzoberfläche aufliegenden Schicht des Zahnsäckchens bewirkt.

Die Hauptbedingung für die Entwicklung des Kronenzementes ist die genügend lange Zeit vor dem Beginn des Zahndurchbruches für die Produktion von Schmelz und die Rückbildung des Kronenteils der Epithelscheide.

Durch die Art und Weise der Entwicklung des Kronen- und Wurzelzementes erhält man die Überzeugung, dass das Zahnsäckchen in seiner ganzen Ausdehnung, wenn die Verhältnisse günstig sind, den Anlass zur Bildung von Zement durch Verknöcherung seiner der Oberfläche des Schmelzes aufliegenden Schicht geben kann. Dieser Fall tritt jedoch nur relativ selten ein, wie man aus dem nicht allzu häufigen Vorkommen des Kronenzementes ersieht, und beruht höchst wahrscheinlich darauf, dass der Zahn gleichsam zu früh durchtritt, oder besser gesagt, darauf, dass die Rückbildung des Kronenteils der Epithelscheide zu spät erfolgt, da sie erst mit dem Durchbruch vollkommen wird.»

organ hindurch. Man sieht das durchschnittene Schmelzpulpagewebe, umsäumt vom äusseren Schmelzepithel, sodann die von ihm noch nicht umschlossenen Teile der Zahnpapille, umrandet von den das Zahnsäckchen darstellenden, den Papillarkörper gegen das übrige Bindegewebe hin abgrenzenden, bindegewebigen Hüllfasern. Auch ein Stück des Schmelzorganstiels steht mit dem Schmelzorgan in Verbindung.

Ein etwas tiefer geführter Schnitt durch die Zahnanlage lehrt, dass bereits die ersten Anlagen der Becherwände auf diesem Stadium der Entwicklung in Erscheinung treten. Man sieht nämlich bukkal und lingual je eine kürzere Leiste, die bukkal (labial) etwas breiter, lingual etwas schmaler ist. Sie werden umrandet vom inneren Schmelzepithel des Schmelzorgans und erscheinen im übrigen vom Gewebe der Zahnpulpa, d. h. von den Zellen der Papillenanlage aufgebaut.<sup>1</sup> Zwischen den beiden Wandbechern liegt die Anlage für den Kundengrubengrund, von welchem man in das durch eine leichte Schwelle abgegrenzte hintere Gebiet der Papillarkörperanlage, in die Region der zweiten Becherbildung gelangt. Die nach vorne gelegenen Differenzierungen der ganzen Anlage gehören dem ersten Zahnbecher an. Der zweite Zahnbecher wird in seiner Anlage eben erst angedeutet, lingual durch die Fortsetzung der Wandanlage für den ersten Becher, bukkal (labial) durch eine eben nach hinten im Entstehen begriffene Verlängerung der bukkalen Becherwandanlage.

*bb) Die Verhältnisse an einem labio-lingualen Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 29,5 cm langen Föten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XIII, Fig. 3.

Um die frühzeitige Bechernatur der den Molarzahn zusammensetzenden beiden Komponenten darzulegen, führen wir weiterhin einen labio-lingualen Längsschnitt durch die Zahnanlage auf. Man sieht auf diesem Schnitt auf der bukkalen Seite die ziemlich weit hinreichende, breit aufgeführte Becherwand, während auf der lingualen Seite eine viel niedrigere Anlage für die linguale Becherwand im Querschnitt erscheint. Beide Wände werden überdacht vom Gewebe des Schmelzorgans, das mit dem inneren Epithel den Wandfalten lateral und median aufliegt. Das äussere Schmelzepithel dagegen überdacht kuppenartig die Zahnanlage und nimmt zunächst von der papillären Auffaltung keine Notiz. Deutlich sind in seinem Verlauf wieder die zottenähnlichen Oberflächenvergrößerungen wahrzunehmen. Ferner zeigt sich als Ansatzstück der Schmelzglocke der Schmelzorganstiel.

Der kleine, zwischen der Anlage der bukkalen und der Anlage der lingualen Becherwand gelegene Einschnitt markiert die Stelle der zukünftigen Zahnkude.

Der Schnitt ist durch die Region des ersten Bechers geführt.

*cc) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 34,5 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XIII, Fig. 4.

Um die deutlich im distalen Bereich der Anlage voneinander getrennten, im basalen Gebiet aber miteinander verbundenen Teile des zukünftigen Zahnes zu demonstrieren, weisen wir

<sup>1</sup> HOFFMANN, A. (1894) schildert die Anlage des ersten Molaren unter Benützung seiner Nomenklatur (M. 3 = mo.1): «Hinter Pd. 1 steht die Zahnleiste noch ein kurzes Stück mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung, und es folgt dann an ihrem hinteren Ende, frei im Bindegewebe liegenden Teile, die Anlage von M 3, welche die Glockenform erreicht hat, nachdem auch hier, wie schon früher bei allen anderen Zahnanlagen, eine **einzigste, einfache Papille** entstanden ist. An der lingualen Seite dieser Anlage lässt sich eine leichte Ausbuchtung erkennen, welche jedenfalls die in Bildung begriffene, allerdings nie in Funktion tretende Ersatzleiste darstellt.»

HOFFMANN hält es für absolut sicher, dass die Molaren den Milchzähnen morphologisch und ontogenetisch gleichwertig sind, und dass sie mit diesen zusammen der ersten Zahnserie angehören. Wir können dieser Ansicht nicht nur auf Grund von Untersuchungen an frühesten Stadien der Zahnentwicklung beipflichten, sondern auch auf Grund von Untersuchungen an allen sich anschliessenden weiteren Stadien und auf Grund der Beobachtungen in betreff Kalzifizierung der Anlagen.

endlich noch auf einen von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch ein einem älteren Embryo (KSL. 34,5 cm) angehörendes Entwicklungsstadium hin, das die beiden Becherwände auf der bukkalen Seite in voller Ausdehnung wiedergibt und demonstriert, wie in gleichartiger Ausbildung im vorderen und hinteren Anlagebezirk aus der gemeinsamen Stammanlage heraus zwei Sekundärpapillen entstehen, die die Grundlage für die Wände von zwei Zahnbechern abgeben und, vom nämlichen Schmelzorgan überdeckt, in der bekannten Weise sich weiter entwickeln.

### *Die Beschaffenheit der Zahnleiste und die «Epithelperlen»-Bildung*

In der Prämolaren- und Molarentwicklung tritt die Zahnleiste in Form einer schmalen epithelumscheideten Zelleiste auf, an deren freiem Ende bei der Entwicklung einer Zahnanlage zuerst eine knotenartige Verdickung auftritt (Beginn des Knospenstadiums in der Zahnentwicklung).

Öfters findet man in der Nähe des Stratum germinativum, dessen die Ausstülpung umgrenzende Epithelzellen so nahe zusammentreten, dass nur bei stärkerer Vergrößerung eine Scheidung zwischen bukkaler und linguale «Epithelplatte» vorgenommen werden kann, knotenartige Auftreibungen, die den in der Literatur angeführten «Epithelperlen» entsprechen.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> BOLK (1916, Monographie) sagt aus, dass die Zahnanlage ein terminales Produkt der Zahnleiste sei und im Laufe der Entwicklung immer mehr bukkalwärts rücke, so dass später die Zahnleiste medial vom Schmelzorgan zu liegen kommt.

Von den «Epithelperlen» sagt HOFFMANN (1894) auf pag. 595 seiner Arbeit:

Es unterliegt keinem Zweifel, dass es sich bei der von MAYO beschriebenen «Vacuolenbildung» einfach um grosse, vom Bindegewebe abgetrennte, polygonale Zellen des Str. corneum handelt, welche durch ihr vereinzelter Auftreten allerdings zu Täuschungen Anlass geben können.

Schon 1878 finden die sog. «Epithelperlen» Erwähnung, indem PIANA an Embryonen von Rind und Schaf an der Grenze von Ober- und Zwischenkiefer eine birnförmige Epithelausstülpung feststellte, welche nach dem Autor die rudimentäre Anlage eines Ersatzzahnes darstellt; «als Rückbildungsergebnisse bilden sich die Epithelperlen».

Die eigenartigen, auf Längs- und Labio-lingualschnitten rundlich umgrenzten epithelialen Differenzierungen sind auch von KÜKENTHAL (1914) bei seinen entwicklungsgeschichtlichen Studien an den Zähnen des Dugong beobachtet worden. KÜKENTHAL äussert sich hierüber wie folgt:

«Aufmerksamkeit verdienen die eigenartigen, grossen, zystenartigen Epithelperlen, welche sich in regelmässiger Anordnung etwas vor den Zahnanlagen und bukkal von der Schmelzleiste, mit der sie durch Stränge verbunden sind, vorfinden.»

«Sind diese dicht unter dem Kieferepithel lagernden Gebilde umgewandelte Reste ehemaliger Schmelzorgane? Dann würden sie Reste einer Dentition der Säugtiervorfahren vorstellen, die vor der prälakteen gelegen war, und man könnte hier an Zustände denken, wie sie bei der Entwicklung der Beuteltierzähne beschrieben worden sind. Doch das sind Fragen, deren Beantwortung erst dann möglich sein wird, wenn derartige Gebilde auch bei andern Formen aufgefunden werden.»

Wir möchten nun diesen auch am Kiefer des Rindes beobachteten Bildungen von vornherein den Wert von umgewandelten und reduzierten Schmelzorganen nicht zuerkennen. Sicher ist, dass die «Epithelperlen» Differenzierungsprodukte der Schmelzleiste sind, und dass sie durch das Auseinanderweichen der beiden diese umgrenzenden Blätter unter Vermehrung des dazwischenliegenden Zellmaterials und unter allfälliger Abschnürung von ihrer Matrix zustande kommen. Sie treten als epithelperlenartige Bildungen immer in der Nähe sich bildender Zahnanlagen auf, über welchen sie distal gelegen sind. In manchen Fällen haben wir sie isoliert, direkt innerhalb der Kundengrubenanlagen gesehen. Sie dürften teils in ihren Funktionen Schutzeinrichtungen für die Zahnanlagen repräsentieren, teils mechanisch das Einfallen der Becherwände verhindern. Die von KÜKENTHAL angegebene Lage der Epithelperlen stimmt mit der der Epithelperlen am Kiefer des Rindes überein. KÜKENTHAL beschreibt den Sitz der Epithelperle an einem Schnitt durch den zweiten Molar am Oberkiefer und des dritten Molars wie folgt:

«Über dem Scheitel des Schmelzorgans (des 2. Molars im Oberkiefer) liegt eine nicht scharf umschriebene, epithelperlenartige Bildung, und darüber, zwischen der Schmelzleiste und ihrem bukkalen Ast eine scharf begrenzte, zystenartige grosse Epithelperle.»

«Die Anlage des 3. und letzten Molars ist in ihrer Entwicklung zurückgeblieben. Bukkal von der Schmelzleiste findet sich jederseits auch hier eine grosse, durch Epithelstränge mit ihr verbundene Epithelperle.»

In Fig. 3, Taf. XXVII, sind zwei solcher «Epithelperlen» im Bereich des mit dem Mutterepithel zusammenhängenden Leistenabschnittes wahrzunehmen. Die eine Perle liegt am Ende eines kurzen Nebenastes, der bukkal vom Hauptast gelegen ist. Die andere Epithelperle liegt im Hauptaste selber. Die bukkale Nebenleiste ist bei andern Vertretern der Säugetiere vielfach in der Literatur als Matrix einer prälaktealen Zahnanlage angesprochen worden, und es lag nahe, gerade in den Fällen solcher epithelialer Differenzierungen, deren Hauptbestand stratum corneum-ähnliche Zellelemente sind, rudimentäre Rückstände von Zahnkeimen zu erblicken.

Wir können einer solchen Anschauung, soweit die Verhältnisse die Zahnanlagen des Rindes betreffen, nicht beipflichten. Wir haben festgestellt, dass das Auftreten solcher Epithelperlen an den verschiedensten Orten der Zahnleiste möglich ist, und dass sie später als isolierte und abgeschnürte Zellmassen in grösserer oder geringerer Entfernung von der Zahnleiste immer über den Zahnanlagen oder in der Nähe derselben in Ein- und Mehrzahl sich vorfinden. Die Epithelperlen stehen aber oft auch mit der Weiterdifferenzierung der Zahnleiste und ihrer Umbildung zum Schmelzorgan selber in Zusammenhang, indem in diesen lokalen Auftreibungen die anfänglichen Bildungsherde der Schmelzpulpa für den Zahnkeim zu erblicken sind, die das Innere der Schmelzkappe und Schmelzglocke füllen. Der mit der Bildung dieser Zellansammlungen im Zusammenhang stehende Prozess ist der nämliche, der zur Entstehung des Stratum corneum führt.

Fig. 4, Taf. XXVII, zeigt die Epithelleiste im Stadium der Ausbildung eines Schmelzorganes. Die beiden Blätter des Epithels sind auseinandergewichen. Das linguale Epithelblatt zeigt eine dickere und schärfer konturierte Zellage wie das bukkale Blatt und beteiligt sich in der Folge in besonderer Weise am Aufbau der Schmelzglocke, indem es neben der äusseren lingualen Glockenwand auch das innere Glockengewölbe aufbauen hilft und das Material an die Matrix des Schmelzorganes liefert, die über der Zahnpapille das produktive Schmelzepithel des Zahnkeimes abgibt. Das bukkale Blatt stellt die der bukkalen Seite zugekehrte Hälfte der äusseren Schmelzglockenwand dar und ist durch ein dünneres, sich leicht in Falten legendes Epithel ausgezeichnet, das in hervorragender Weise an der Ausgestaltung der äusseren Kuppenwand der Schmelzglocke beteiligt ist. Zwischen beiden Blättern entwickelt sich das Gewebe der Schmelzpulpa, das die Solidität der Schmelzglocke garantiert und entsprechend dem relativ raschen Wachstum der übrigen Teile des Schmelzkeimes sich über die ganze Anlage der ungesprossenen

«Die prälaktealen Zahnanlagen sind überall in Rückbildung begriffen und haben sich teilweise bereits in das Entartungsgebilde der Epithelperlen umgewandelt. (Die Rede ist vom Oberkiefer.)»

Die auch von uns beobachteten Epithelperlen bringen ROESE und BARTELS (1896) mit prälaktealen Anlagen, die wir nirgends mit Sicherheit feststellen konnten, in Zusammenhang, wiewohl wir die Epithelperlen an all unseren Präparaten immer wieder mit aller Deutlichkeit auffanden, denen wir aber selber nicht die Deutung von Primitivanlagen im Sinne von Zahnkeimen beilegen können.

Wir müssen AHRENS (1913) beipflichten, wenn er auf Grund seiner Untersuchungen an den menschlichen Embryonen sagt, dass das Schmelzorgan am medialen und distalen Ende der Zahnleiste, an der Übergangsstelle des äusseren Schmelzepithels in das bukkale Blatt der Zahnleiste, erscheint. Gleichzeitig bildet sich am untern Ende der lingualen Wand der Anlage des Schmelzorgans, da, wo dieselbe in die untere Wand übergeht, eine Furche. Das lingual von ihr gelegene untere Ende der Zahnleiste ragt in Gestalt eines Fortsatzes vor. Dieser Vorgang, so stellt AHRENS fest, entspricht der ersten Anlage der Ersatzleiste. Das Schmelzorgan wird durch diese Furche von der Zahnleiste vollständig frei, mit Ausnahme einer verhältnismässig dünnen Platte, die mit der Zahnleiste noch im Zusammenhange steht, und welche in den verschiedenen Stadien die mannigfachsten Faltungen zeigt. Diese Falten werden im Laufe der späteren Entwicklung dünner und erscheinen auf Schnittbildern stark zerklüftet («Hals» nach WALDEYER).

Auch AHRENS (1913) ist der Nachweis von prälaktealen Anlagen an menschlichem Material nicht gelungen. Der Autor kommt zum Schluss, dass der vermeintliche Nachweis von Verschmelzungen prälaktealer Anlagen mit dem Schmelzorgan des Hauptorgans im Sinne KÜKENTHAL's, ADLOFF's u. a. auf einer Täuschung beruht. Auf Grund unserer Untersuchungen an Schnittserien durch verschiedenaltige Stadien der Zahnentwicklung beim Rind müssen wir dieser Auffassung voll und ganz beipflichten, wiewohl wir dabei uns bewusst sind, dass unsere übereinstimmenden Befunde sich auf Objekte beziehen, die nicht ohne weiteres mit jenen AHRENS' verglichen werden können.

oder gesprossenen Zahnpapille ausbreitet. Die zur Belieferung der Zellen der Schmelzpulpa nötigen Materialien werden in der Zahnleiste gewöhnlich schon an Stellen gebildet, die in einiger Entfernung von der zukünftigen Schmelzglocke sich vorfinden, so dass dann von diesen Bildungsherden aus Zellen nach der Anlage des Daches der zukünftigen Schmelzglocke nachgeschoben werden. Durch die starke vorseilende Entwicklung der bukkalen Teile der Schmelzorgananlage und durch die frühzeitig eingeleitete interlaminiöse Zellwucherung ist das Schmelzorgan in der Lage, gemäss den Bedürfnissen, die ihm von der Zahnpapille aus gestellt werden, rasch auszuwachsen.

## B. Die beobachteten Entwicklungstypen am Unterkiefer

### I. Die Entwicklung des einfachen, nicht zusammengesetzten, einkomponentigen Zahnes

Diesem Typus folgen in ihrer Entwicklung die Prämolaren  $\overline{\text{pr.2}}^d$  und  $\overline{\text{pr.3}}^d$  im Milch- und die Prämolaren  $\overline{\text{Pr.2}}$ ,  $\overline{\text{Pr.3}}$  und  $\overline{\text{Pr.4}}$  im Dauergebiss.

#### 1. Das für den vorliegenden Entwicklungstypus geltende allgemein orientierende Schema (Schema C)

Da dieser Typus in den Grundzügen mit dem an erster Stelle anlässlich der Behandlung der Verhältnisse des einbecherigen Zahnes am Oberkiefer (vide Schema A) aufgeführten übereinstimmt, so können wir uns in der Schilderung der die betreffenden Zähne berührenden Verhältnisse kurz fassen. Die Ausgangsstadien sind die nämlichen, wie sie im Schema A dargestellt sind.

Wir treffen das Schmelzorgan in enger Verbindung mit dem Papillarkörper (Fig. a, a', a'' und b): Die Bildung eines an der Kuppe des gewölbten Papillarkörpers auftretenden Einschnittes (Kundengrubenanlage) unterbleibt vielfach (dieser Fall ist dem Schema C zugrundegelegt; Beisp.  $\overline{\text{pr.2}}^d$ ). (Bildet sich die Anlage einer Kundengrube, so treten genau dieselben Verhältnisse ein, wie sie im Schema A für die einbecherigen Zähne des Oberkiefers festgehalten worden sind). Beisp.  $\overline{\text{pr.3}}^{d1}$ . Der Zahn bleibt kompakt ( $\overline{\text{Pr.2}}$ ,  $\overline{\text{Pr.3}}$  und  $\overline{\text{Pr.4}}$ ) und bildet höchstens im hintern Teil die übliche Kundengrube (Fig. c) aus, so dass bukkale und linguale Zahnwand entsprechend der Ausbildung eines abgerundeten, geschlossenen Papillarrückens sich proximal in der Breitkante treffen und im labio-lingualen Längsschnitt durch den Zahn, über deren gerundetem Rand sattelartig das mit innerem und äusserem Schmelzepithel ausgerüstete und mit der Schmelzpulpa versehene Schmelzorgan liegt. Im weiteren Wachstumsprozess behält der Zahn wenigstens in seinem vorderen Teil die schmale Kauflächenkante in Form des freien Randes bei (Fig. d), die in diesem Fall nur nach hinten zu eine Verbreiterung erfährt, indem dann eine Anzahl kleiner grubenartiger Vertiefungen im hintern Zahnbereich zur Entwicklung gelangen, oder aber grubenähnliche Spalten durch Faltung der lingualen Wandfläche entstehen, deren Bildungsweise von der der Kundengrube allenfalls abweicht. Die Stammanlage bleibt die nämliche wie beim becherförmigen Zahn. Ein ungelappter Bildungsherd bildet auf alle Fälle die Unterlage für die Zahnentwicklung. Zufolge dieses Verhaltens der Stammanlage (Nichtzustandekommen einer sekundären Aufspaltung des Papillarkörpers in einzelne Teilanlagen [«Einzelzähne»], die später gemäss der gemeinsamen Grundanlage miteinander verschmelzen), bildet sich nur ein einziger Kalkherd ohne das Auftreten weiterer Partialanlagen aus.

Kundengrubenanlagen jedoch nur im hinteren Teil des Zahnes und mehr oder weniger unausgesprochen.

*Schema C***Schema zur Veranschaulichung der Entwicklung eines einfachen, einkomponentigen Zahnes am Unterkiefer**

**Fig. a)** Papillarkörper (pa. kö.) und Schmelzorgan (schm. org.). Letzteres müzenartig über die distale Fläche der Zahnpapille gestülpt. Am Schmelzorgan der Schmelzorganstiel (schm. org. sti. als Teilstück der zum Mutterepithel bestehenden Verbindung).

**Fig. a')** Längsschnitt durch die in Fig. a) wiedergegebene Anlage. Schmelzorgan aus innerem (i. schm. ep.) und äusserem (ä. schm. ep.) Schmelzepithel, sowie aus der Schmelzpulpa (schm. pu.) aufgebaut. Inneres Schmelzepithel dem Papillarkörper (pa. kö.) anliegend.

**Fig. a'')** Papillarkörper mit Sicht seiner vom Schmelzorgan bis zu den Randteilen abgedeckten Oberfläche. Papillarkörper ungelappt.

**Fig. b)** Weiter fortgeschrittenes Stadium der Zahnentwicklung. Umschliessung des Papillarkörpers seitens des Schmelzorgans durch tieferes Herabrücken der Randteile.

**Fig. b')** Labio-lingualer Längsschnitt durch die in Fig. b) wiedergegebene einfache Anlage. Überdeckung der freien Oberfläche des Papillarkörpers vom innern Schmelzepithel des Schmelzorgans. Entwicklung der Odontoblasten (od. bl. sch.) am Rand der Zahnpapille.

**Fig. c)** Fig. b' entsprechender, in der Gegend des längsten Höhendurchmessers geführter labio-lingualer Längsschnitt, jedoch weiter fortgeschrittene Differenzierung am Papillarkörper des Zahnes. Absonderung einer Schmelzschicht (schm.) seitens des innern Schmelzepithels. Schaffung einer aus verkalktem (v. dent.) und unverkalktem (u. v. dent.) Dentin bestehenden Gewebeschicht über den Odontoblasten. Eigentliche Zahnanlage sattelartig vom Schmelzorgan überdeckt.

**Fig. c')** Labio-lingualer Längsschnitt durch die Zahnanlage, jedoch mehr durch dessen hintere Partie, wo ab und zu seichtere Einstülpungen ( $\psi$ ), die aber echten Kundenbildungen an typischen Becherzähnen nicht ohne weiteres gleichzusetzen, sondern vielleicht nur im Sinne von Ansätzen zu derartigen Bildungen zu deuten sind. Schichtung am Papillarkörper von aussen nach innen: äusseres Schmelzepithel (ä. schm. ep.), Schmelzpulpa (schm. pu.), inneres Schmelzepithel (i. schm. ep.), verkalktes Dentin (v. dent.), unverkalktes Dentin (u. v. dent.), Odontoblastenschicht (od. bl. sch.), Zahnpulpa (pu. gw.).

**Fig. d)** Längsschnitt durch den Zahnkörper in der Gegend des höchsten Höhendurchmessers am Zahn. Fehlen einer Kundengrube. Zahn mit mehr oder weniger stumpfem, nicht in sich selber eingestülptem Kauflächenrand. Aussenmantel des Zahnes: starke Schmelzablagerung (schm.), verkalkte und unverkalkte Dentinschichten (v. dent. und u. v. dent.). Einengung der Pulpahöhle (pu. gw.). Beginn der Wurzelfferenzierung.

**Fig. e)** Einfacher, aus unaufgeteilter Papille entstandener, mit dem Schmelzorgan bedeckter Zahnkörper, mit der Matrix der Anlage im Zusammenhang (ma. pa. kö. z. alg.).

**Fig. f)** Zahnanlage in gestaltlicher Hinsicht noch mehr dem spätern Zahn gleichend. Ansätze für die Wurzeläste vorn und hinten in Erscheinung tretend. Zahn im vorderen Teil in labio-lingualer Richtung längs durchschnitten. Auf Anschnittflächen die in den Fig. c, c', und d wiedergegebenen Schichten.

**Fig. g)** Zahn in seinem einfachen, inkomplexem Aufbau, mit vorderem und hinterem Wurzelast.

*Erklärungen der Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung der Anlagen beziehen:*

hi. = hinten	dist. = distal	lab. = labial bzw. bukkal
vo. = vorn	prox. = proximal	ling. = lingual

*Erklärungen der Abkürzungen, die auf einzelne Teile von Zahnanlagen Bezug nehmen:*

ä. schm. ep.	= äusseres Schmelzepithel	schm. org.	= Schmelzorgan
i. schm. ep.	= inneres Schmelzepithel	schm. org. sti.	= Schmelzorganstiel
ma. pa. kö. z. alg.	= Matrix des Papillarkörpers der Zahnanlage	schm. pu.	= Schmelzpulpa
od. bl. sch.	= Odontoblastenschicht	u. v. dent.	= un- oder schwach verkalktes Dentin
pa. kö.	= Papillarkörper	v. dent.	= verkalktes Dentin
pu. gw.	= Pulpagewebe	z. pu.	= Zahnpulpa
schm.	= Schmelz	z. wu. alg.	= Zahnwurzelanlage

## 2. Mikroskopische Schnittbilder von Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem eben besprochenen und im Schema C erläuterten Typus der Genese folgen

### a) Auftreten einer Prämolaren $\overline{\text{pr.1}}$ -Anlage am Unterkiefer eines 12,2 cm langen Embryos

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XXXII, Fig. 2.

Bevor wir zur Schilderung von Beispielen übergehen, welche Belege für die in unserer Aufstellung präsentierten Typen der Prämolaren- und Molarzahnbildung darstellen, sei uns gestattet, auf einen Befund hinzuweisen, der von grösstem Interesse sein dürfte im Hinblick auf die stam-

Schema C

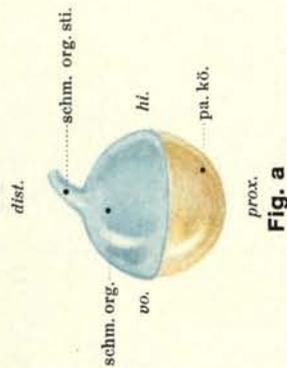


Fig. a

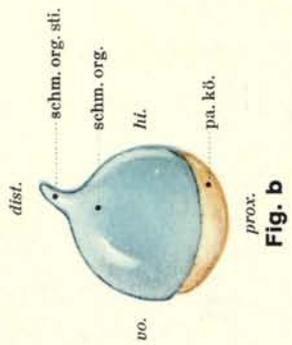


Fig. b

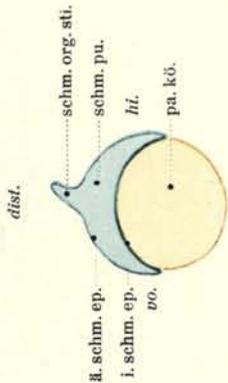


Fig. a'

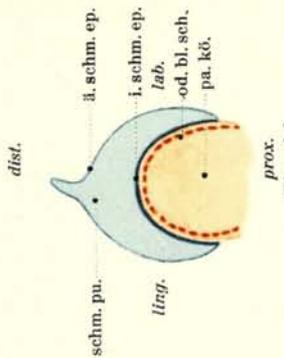


Fig. b'

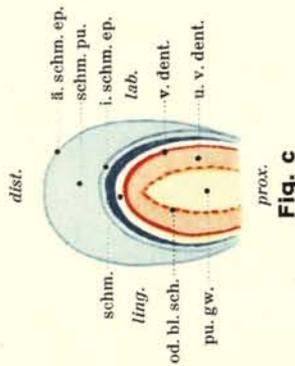


Fig. c

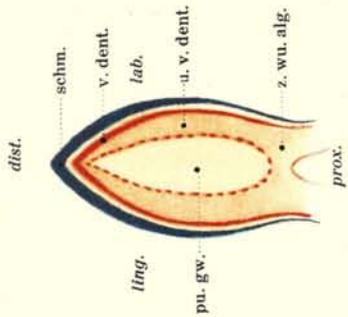


Fig. d

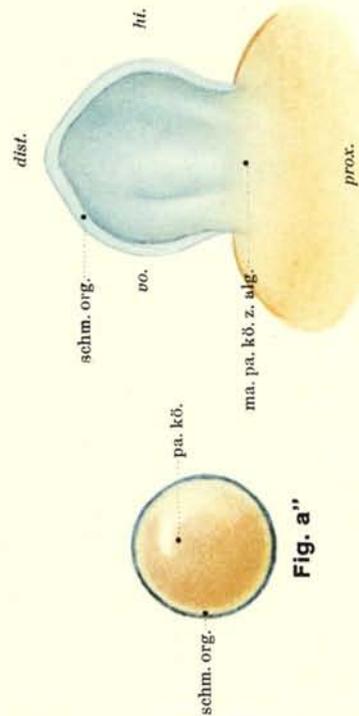


Fig. a''

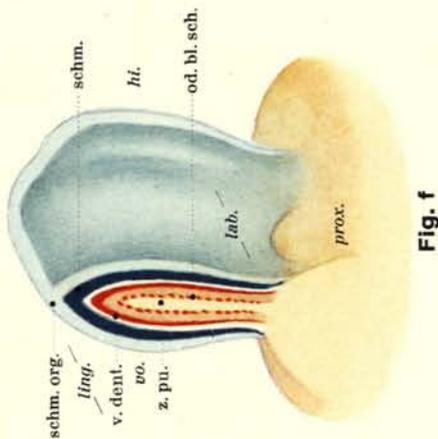


Fig. e

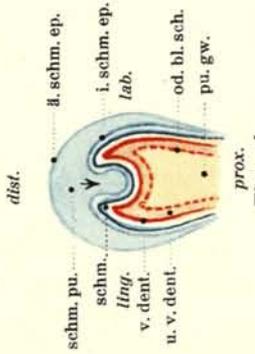


Fig. c'

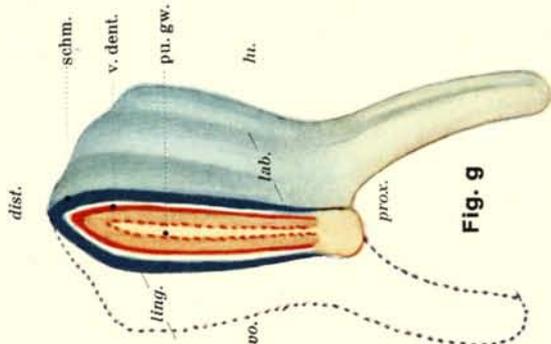


Fig. 9

mesgeschichtliche Ausbildung des Gebisses unserer Wiederkäuer, speziell mit Rücksicht auf den ursprünglich vorhandenen zahlenmässigen Zahnbestand bei unsern Rindern. Hatte man bereits vor vielen Jahren eine glückliche Hand im Auffinden von rudimentären Zahnanlagen am zahnfreien Rand des Oberkiefers bei Embryonen von Vertretern der Boviden und Oviden,<sup>1</sup> so mögen jene Entdeckungen an dieser Stelle ergänzt werden durch ein Vorkommnis, das in einwandfreier Weise die Existenz einer Prämolaren  $\overline{\text{pr. 1}}$ -Anlage im Unterkiefer zeigt.<sup>2</sup>

An einem 12,2 cm langen Rinderembryo wurde die rechte Unterkieferhälfte in toto in eine lückenlose Serie von Schnitten durch den Kiefer aufgeteilt. Nachdem wir die auf diesem Stadium bereits üblicherweise auftretenden Zahnanlagen, die alle normal ausgebildet waren, festgestellt hatten, waren wir auf das höchste überrascht, ausser den Anlagen für die Prämolaren  $\overline{\text{pr. 2}}^d$  und  $\overline{\text{pr. 3}}^d$  noch vor der  $\overline{\text{pr. 2}}^d$ -Anlage eine weitere Anlage vorzufinden, die nichts anderes als die  $\overline{\text{pr. 1}}^d$ -Anlage sein konnte. Wir geben dieses Stadium der Anlageentwicklung in einer photographischen Reproduktion wieder. Die charakteristischen Merkmale der Organisation eines Zahnkeimes sind unzweifelhaft vorhanden, und es lässt sich mit aller Deutlichkeit auch die Zahnleiste wahrnehmen, an die der Schmelzkörper direkt angeschlossen ist.<sup>3</sup>

HOFFMANN (1894) gibt vom Gang der Reduktion folgende Darlegung:

Offenbar sind nacheinander der erste, zweite und dritte obere Schneidezahn verloren gegangen, sodann der vorderste obere Prämolare, hierauf der entsprechende Zahn des Unterkiefers und zuletzt der obere Eckzahn.

WEISS (1911) macht in seiner Arbeit auf Befunde aufmerksam, die den Nachweis von Primitivanlagen an Schneidezähnen im Oberkiefer bei Rindern, Schafen und Ziegen erbringen.

Im Fötalzustande lassen sich allerdings auch im Oberkiefer bei Rind, Schaf und Ziege die Anlagen von Schneidezähnen und besonders des C (I4) nachweisen. Bei 3monatigen Rindsföten ist der Schmelzkeim für den Caninus im Oberkiefer noch vorhanden. Beim 4monatigen Fötus verschwindet er bereits und wird durch wucherndes, gefässhaltiges Bindegewebe zum Schwinden gebracht, bzw. wandelt sich in eine bindegewebige Masse um. Auch für die äussersten Schneidezähne (I3) finden sich nach ROESE und BARTELS (Morph. Arb., herausgeg. v. G. Schwalbe, 6. Bd., 1896) Andeutungen für eine Zahnanlage.

«Der vorderste Prämolare Pr. 4 (unser Pr. 1) ist bei den rezenten Artiodactylen höchstens noch abnorm, als Atavismus vorhanden, bei den tertiären ist derselbe immer kleiner geworden und auch schon bei vielen gänzlich verloren gegangen (SCHLOSSER, 1887).»

<sup>2</sup> Die volle Bedeutung solcher Befunde ist bekanntlich schon früh erkannt worden. Schon HOWES (1893) schreibt: «One of the most important factors in the modifications which we meet with in the Mammalian dentition is the shortening of the jaws, often accompanied by an enlargement of some of the teeth, thus causing a reduction and finally a suppression of some of the series. These missing teeth can be sometimes discovered through the study of Palaeontology, sometimes through the study of Abnormalities, but the surest method when possible by the study of their development.»

<sup>3</sup> Der Befund vom Auftreten einer eindeutigen Anlage eines Prämolars  $\overline{\text{pr. 1}}^d$  im Unterkiefer verdient natürlich deswegen besonderes Interesse, weil die vermutlichen Vorfahren der Unpaar- und Paarhufer, die Familie der Condylarthra, noch eine vollständige Bezahnung besessen haben ( $J\frac{3}{3} C\frac{1}{1} P\frac{4}{4} M\frac{3}{3}$ ) und die Stämme der Ruminantier mit Gattungen beginnen, die lückenlos bezahnt sind und bei welchen der erste Prämolare pr. 1 noch nachweisbar ist. Dass im Oberkiefer die Anlage nicht mehr anzutreffen ist, würde damit übereinstimmen, dass tatsächlich der Prämolare P. 1 am Unterkiefer bei später auftretenden Formen noch aufgefunden werden kann, wohingegen er am Oberkiefer jener Tiere fehlt.

1879 äusserte sich HENSEL über das Auftreten eines Prämolars pr. 1 («P4»): «Mir selbst ist ein P4, sei es im Ober- oder Unterkiefer, bei zahlreichen Schädeln der ruminanten Haustiere niemals vorgekommen. Weder bei Schaf, Ziege oder Rind habe ich ihn beobachtet und nur einmal bei Cervus rufus (Berliner anatomisches Museum), jedoch bloss auf einer Seite des Unterkiefers.»

HOFFMANN (1894) war nicht in der Lage, in der Region des nicht zur Ausbildung kommenden vordersten Prämolars Pd. 4 (unserem  $\overline{\text{pr. 1}}^d$ ) irgendeine als rudimentäre Anlage dieses verloren gegangenen Zahnes zu deutende Anschwellung an der Zahnleiste weder bei einem 5,5 cm langen Schafembryo, noch auf älteren Stadien nachzuweisen, während Pd. 2 =  $\overline{\text{pr. 3}}^d$  bereits das knospenförmige und Pd. 1 =  $\overline{\text{pr. 4}}^d$  das kappenförmige Stadium deutlich erreicht hatten.

### b) Schnittbilder von der Prämolare $\overline{\text{pr.}}2^{\text{d}}$ -Anlage im Milchgebiss

*o/aa) Die Verhältnisse an einem horizontal geführten Schnitt durch die Zahnanlage  $\overline{\text{pr.}}2^{\text{d}}$  und  $\overline{\text{pr.}}3^{\text{d}}$  eines 9,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XXX, Fig. 1.

Auf dem Schnittbild sind zwei Zahnanlagen auf dem Frühstadium der Entwicklung wahrzunehmen. Die vordere Anlage bezieht sich auf den  $\overline{\text{pr.}}2^{\text{d}}$ , die hintere, rechtsstehende Anlage auf den  $\overline{\text{pr.}}3^{\text{d}}$ . Von den Zahnkeimen sind die beiden einheitlichen und unaufgeteilten Papillen wahrzunehmen, sowie die Wandteile der Schmelzorgane, soweit dieselben vom Schnitt getroffen sind. Sie erscheinen nur auf der Lingualseite, nicht aber bukkal (labial), wo sie noch nicht so weit herunterreichen, aber ebenfalls vorhanden sind. Es ist bemerkenswert, dass die Schmelzorganentwicklung auf der Lingualseite an den Unterkieferzähnen ganz allgemein stärker in Erscheinung tritt als auf der Bukkalseite. Dieses Verhalten steht im Gegensatz zu den Verhältnissen an den Zahnanlagen des Oberkiefers, wo gerade die bukkalen (labialen) Schmelzorgandifferenzierungen gegenüber den lingualen eine stärkere Prägung erhalten. Die Folge ist die, dass bei der Seitenverschiebung des Unterkiefers an den fertigen Zähnen weichere Hartmassen zunächst gegeneinander in Reibung treten und erst, wenn der volle Mahlausschlag erreicht ist, der härteste bukkal gelegene Teil des Oberkieferzahnes dem weicher gearteten bukkalen Teil des Unterkieferzahnes gegenübersteht, mit andern Worten, es werden zunächst die etwas weniger hart gehaltenen Massen gegeneinander gerieben und erst im Verlauf der Mahlaktion treffen sich die härtesten Teile.

Aus dem Schnittbild ist auch zu ersehen, dass die in der Entwicklung weiter fortgeschrittene Anlage diejenige des Prämolare  $\overline{\text{pr.}}3^{\text{d}}$  ist. Die Anlage  $\overline{\text{pr.}}2^{\text{d}}$  ist weniger weit in der Differenzierung voran. Diese Feststellung spricht wieder zugunsten unserer Beobachtung, dass diejenigen Prämolareanlagen unter den Milchzahnanlagen, die am nächsten den Molarzähnen gelegen sind, sich als die genetisch am weitesten vorgebildeten erweisen.

*aa) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 14,5 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XIV, Fig. 1.

Ein sehr frühes Stadium der Zahnentwicklung von Prämolare  $\overline{\text{pr.}}2^{\text{d}}$  am Unterkiefer finden wir beim Rinderembryo 313 mit einer Kopfsteisslänge von 14,5 cm. Die Anlage, die unter einer hohen Epithelschicht, deren Stratum corneum-Komponente ganz besonders imponierend in Erscheinung tritt, und die unter einer relativ schmalen Zone subepithelialen Bindegewebes sich zeigt, setzt sich aus der Anlage des Schmelzorgans und einer Anhäufung von Zellen der Papillenanlage zusammen. Erstere sitzt mützenartig der Papillarkörperanlage auf und überdeckt die distale Oberfläche des Zellballens. An den Grenzzonen des Schmelzorgans künden sich die Lagen des Aussen- und zukünftigen Innenepithels durch die Verdickung des der Papillenanlage aufliegenden Grenzrandes an, was auch in einer schärferen Konturierung der Anlage zum Ausdruck kommt.

Bedeutend ältere Föten, Embryonen von 25,0 und 23,0 cm Kopfsteisslänge, schliessen den Charakter der Zahnanlage in Längs- und Querschnitten weit besser auf.

*aa') Die Verhältnisse an einem labio-lingual geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 21,4 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XXX, Fig. 2.

Die Anlage des Zahnes ist ausgezeichnet durch die Kombination einer typischen Schmelzlocke und einer mit distal abgerundetem Rand versehenen, von dieser überdeckten Papille. Die

Einheitlichkeit der letzteren ist zweifellos. Deutlich wahrzunehmen sind die Unterschiede bezüglich lingualem und bukkalem Zahnleistenblatt, sowie die Auflockerung an diesem und die Geschlossenheit an jenem.<sup>1</sup> Deutlich erscheint auch die Zahnleiste.

*bb) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 25,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XIV, Fig. 2.

Fig. 2, auf Taf. XIV, bezieht sich auf die Prämolare  $\overline{\text{pr.2}}^{\text{d}}$ -Anlage am Unterkiefer eines 25,0 cm langen Embryos. Gegenüber dem Vorstadium ist die Anlage in ihrer Differenzierung weiter fortgeschritten. Namentlich hat sich das Schmelzorgan zu einem ansehnlichen Bestandteil der Anlage entwickelt und lässt, zum Zwecke der Umfassung des Papillarkörpers, nunmehr seine Umschlagstellen in der Nähe des vordern und hintern Endes derselben in die papillöse Zellmasse eintauchen. Das äussere Schmelzepithel erscheint vom inneren Schmelzepithel zufolge der Zunahme der Zellelemente in der Schmelzpulpa weiter abgerückt und weist in der Gegend der Schmelzkuppe eine zottenartige Fältelung auf, wodurch die Organanlage den gestellten Ansprüchen in bezug auf rasches Nachrücken bei der Umwachsung des Papillarkörpers zu genügen imstande ist.

*cc) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 23,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XIV, Fig. 3.

Fig. 3, Taf. XIV, illustriert eine weitere Phase in der Ausbildung der engen Beziehungen zwischen Schmelzorgan und Papillarkörper. Die Umschlagstellen des ersteren reichen seitlich nun schon tief proximal gegen die Basis der Zahnpapille. Die aufgelockerte Kuppe am Schmelzorgan ist deutlich sichtbar, ebenso der Schmelzorganstiel. Man beachte die Einbettung der Zahnpapille im Bindegewebe der zukünftigen Zahnalveole.

*dd) Die Verhältnisse an einem horizontal geführten Querschnitt durch die Zahnanlage eines 26,0 cm langen Fötus.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XIV, Fig. 4.

In der Folge überkappt das Schmelzorgan noch vollständiger die unter ihm gelegene Zahnpapille. Auf einem Querschnitt durch die Anlage des Prämolare  $\overline{\text{pr.2}}^{\text{d}}$  umgreift das Schmelzorgan mit seinen beiden Epithelien, dem äusseren und inneren Schmelzepithel und der dazwischen ausgebreiteten Schmelzpulpa, mantelartig das Papillengewebe, über das als aufgewölbten Kegel das Schmelzorgan, an dessen Oberfläche noch der Organstiel zu sehen ist, sich allseitig herunterstülpt.

*ee) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 45,5 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XXX, Fig. 3.

Die Zahnanlage zeichnet sich aus durch eine an der Basis breit abgesetzte Papille, die an dem vom Schmelzorgan überdeckten Ende einen breiten Kegelrand aufweist. Der Höcker wird bis in die proximalen Teile vom Schmelzorganmantel überkleidet.

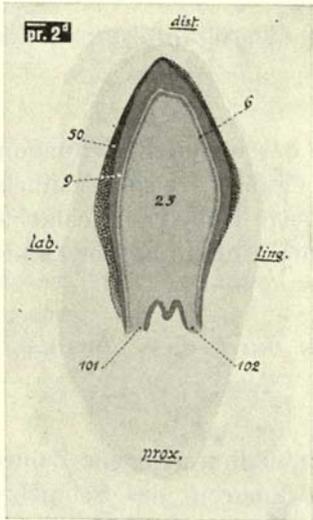
<sup>1</sup> Die unregelmässige Auffaltung der Blätter der Zahnleiste unter Bildung mehrfach gewundener Zotten beobachtete auch KÜKENTHAL (1914) bei seinen Untersuchungen am Dugong. «Hinter den Zahnanlagen löst sich die Schmelzleiste in ein dichtes, ziemlich nahe dem Kieferepithel gelegenes Netzwerk von Epithelsträngen auf. Ihre Umhüllung wird von einigen Lagen stark abgeplatteter spindelförmiger Zellen mit flachen Kernen gebildet, und an diese Hülle treten von aussen her Epithelstränge der Schmelzleiste heran, die sich teilweise auf ihr ausbreiten. Das Innere der Zyste wird von Haufen locker angeordneter Epithelzellen gebildet, die allem Anschein nach der Auflösung entgegengehen.»

Ganz besonders auffallend ist die eigenartige Stellung der Höhenaxe des Zahnkeims, die schief gerichtet, von vorn unten nach oben hinten verläuft und mit der zum Kiefferrand fallenden Senkrechten einen spitzen Winkel bildet. Die Zahnkeimanlage geht zusehends während ihrer späteren Entwicklung eine wesentliche Drehung ein, indem der Zahnhöcker von hinten her immer mehr aufgerichtet wird. Diese genetisch bedingte Stellungsabweichung gegenüber dem späteren Verhalten (Höhenaxe senkrecht) ist nicht ausschliesslich auf den Zahntyp  $\overline{\text{pr.2}}^d$  des Unterkiefers beschränkt, sondern zeigt sich auch noch an andern Vertretern des Molargebisses, wobei auf das veränderte Lageverhältnis des  $\overline{\text{mo.1}}$  im Unterkiefer während den verschiedenen Entwicklungsstadien hingewiesen sei, dessen Axe von hinten unten nach oben vorn verläuft, so dass eine Aufrichtung im Sinne des Uhrzeigers später erfolgt.

ee') Die Verhältnisse an einem labio-lingualen Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 91,0 cm langen Rinderfötus.

Hierzu Textfig. ee' (Unterkiefer).

Der einfache Aufbau des Zahnes möge illustriert werden durch einen Schnitt aus einer Serie von Schnitten, die untereinander ziemlich gleichartigen Charakter haben.



Textfigur ee' (Unterkiefer)

$\overline{\text{pr.2}}^d$ , rechter Unterkiefer.

Ri. 335 ♂. 91,0 cm K. S. L. labio-lingualer Längsschnitt durch die Zahnanlage. Vergrößerung im Maßstab 1:3,5. Se. 46. Schnitt 114.

dist. = distal                      lab. = labial (bezw. bukkal)  
prox. = proximal                  ling. = lingual

6 = Odontoblastenschicht  
9 = verkalktes Dentin  
25 = Pulpa  
50 = Schmelz (Substantia adamantina)  
101 = labialer Wurzelast  
102 = lingualer Wurzelast

Textfig. ee' (Unterkiefer)

Die kegelförmige, nach dem freien Zahnrand hin verjüngte, ziemlich schmal gestaltete Papille weist als Decke von aussen nach innen die Dreischichtung in Form einer Aufeinanderlagerung von Schmelzepithel, Dentin und Odontoblasten auf.

Interessant gestalten sich die Verhältnisse im Wurzelbereich, wo die beiden Wurzeläste durch eine am Wurzelboden erfolgende Ausfaltung eben angelegt werden.

### c) Schnittbilder von der Prämolare $\overline{\text{pr.3}}^d$ -Anlage im Milchgebiss

Auch den Prämolare  $\overline{\text{pr.3}}^d$  müssen wir, wenn wir wenigstens den für diesen Zahn geltenden Modus der Verkalkung bei der Einteilung in Betracht ziehen — der Zahn verkalkt in Form eines einzigen Hartherdes — als einen dem vorliegenden Bildungsschema sich fügenden Kieferhartteil betrachten. Freilich muss gleich der Vorbehalt gemacht werden, dass es sich hier um ein Hartgebilde handelt, bei welchem bereits Spuren der papillären Aufsprössung gemäss des Prinzips der Schaffung einer vergrösserten Kaufläche im Sinne der Ausbildung einer zweiten Zahnkomponente vorhanden sind.

Schon auf frühen Stadien der Zahnentwicklung fällt auf, dass die Zahnanlage in anterior-posteriorer Richtung eine bemerkenswerte Längserstreckung erhält.

*aa) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 10,5 cm langen Embryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XV, Fig. 1.

Die oben erwähnte Erscheinung kommt bereits an der Zahnanlage eines 10,5 cm langen Fötus zur Geltung, wo das Schmelzorgan dem zukünftigen, aber bereits in die Länge gezogenen Papillarkörper noch hutartig aufliegt.

*aa') Die Verhältnisse an einem labio-lingualen Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 12,2 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XXX, Fig. 4.

Die Zahnanlage zeigt sich in Form einer Schmelzglocke, die eine einheitliche und unaufgeteilte Papille überkappt, deren distaler breiter Rand nach der Lingualseite des Unterkiefers gerichtet ist, der in der Gegend der Zahnanlage von einem gewaltigen Wulst von Hornzellen überdeckt wird. Die Höhenachse des Zahnkeimes fällt wieder in einem spitzen Winkel zur Längsachse durch den Unterkieferquerschnitt ein, so dass wiederum ein typischer Fall von Abdrehung der Anlage im Hinblick auf den späteren Zustand vorliegt, wobei es sich diesmal um eine Abdrehung in lingual-bukkaler Richtung handelt.

An der gebogenen Zahnleiste befindet sich am distalen Ende das Schmelzorgan, an welchem deutlich das scharf abgegrenzte linguale Blatt von dem diffuser konturierten, aufgekräuselten bukkalen Blatt zu unterscheiden ist. Die Schmelzpulpazellen stellen eine bedeutende Füllmasse zwischen den beiden Blättern des Zahnkeims oberhalb der Papille dar.

*bb) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 18,7 cm langen Fötus.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XV, Fig. 2.

Noch deutlicher illustriert die Längserstreckung der Zahnanlage der auf Taf. XV, Fig. 2 wiedergegebene Schnitt. Der vordere Teil des Zahnes wird durch einen stark aufgeworfenen Zahnkegel eingenommen, während der hintere Zahnteil in einer distal viel weniger weit reichenden Fläche des Papillarkörpers seine formale Ausgestaltung erlangt. Die ganze Anlage wird vom Schmelzorgan überkappt, dessen Schmelzpulpa besonders über der Fläche des hinteren Papillenabschnittes eine ansehnliche Entfaltung aufweist.

*cc) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 19,5 cm langen Fötus.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XV, Fig. 3.

Ähnliche Verhältnisse treffen wir an der Prämolaren  $\overline{pr.3^d}$ -Anlage am Unterkiefer eines 19,5 cm langen Embryos, wo der Zahnhöcker in seiner Ausdehnung noch imponierender als im vorigen Fall in Erscheinung tritt und auch die hintere Partie des Zahnes entsprechend kräftiger entwickelt ist.

*cc') Die Verhältnisse an zwei labio-lingualen Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 21,4 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XXX, Fig. 5 und 6.

Wir komplettieren unsere Darstellungen vom Aufbau des  $\overline{pr.3^d}$  mit zwei labio-lingualen Längsschnitten durch die Zahnanlage, die verschiedenen Regionen derselben entnommen sind.

Der Schnitt durch die vordere Zahnregion (Taf. XXX, Fig. 5) gibt den Durchschnitt des Zahnes in Form eines hochgestellten Kegels, dessen freier Umschlagsrand bereits eine verkalkte Dentinzone aufweist. Der Zahn ist auf der bukkalen und lingualen Seite vom Mantel des Schmelzorganes bedeckt, der bis an die Basis des Papillarkörpers hinabreicht.

Der Schnitt durch die hintere Region der Zahnanlage (Taf. XXX, Fig. 6) lässt den Papillarkörper niedriger und in seinem distalen Endteil breiter erscheinen. Interessanterweise findet sich hier eine Einstülpung, einer Kundenanlage vergleichbar. Der Kundengrund ist aber relativ breit und im übrigen vom Schmelzpulpagewebe vollständig ausgefüllt.

Vergleicht man die Verhältnisse, wie sie in der hinteren Region des  $\overline{\text{pr.3}}^d$  vorliegen und wie wir sie eben beschrieben haben, mit den entsprechenden Feststellungen am  $\overline{\text{pr.2}}^d$  des Unterkiefers, so liegt hier durch die Ausbildung einer Kunde bereits ein einem Becherzahn ähnliches Verhalten vor und man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, dass zufolge einer vom Molar auf den Prämolaren 4 und den Prämolaren 3 übergreifenden sekundären Differenzierung die Prämolaren progressiven Veränderungserscheinungen innerhalb der Zahnreihe unterliegen.

Auf Fig. 6 sieht man auch deutlich die Zahnleiste mit einem an diese und das Schmelzorgan hinanreichenden Verbindungsstrang.

*dd) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 23,0 cm langen Embryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XV, Fig. 4.

Der durch die Prämolaranlage  $\overline{\text{pr.3}}^d$  am Unterkiefer eines Embryos von 23,0 cm Kopfsteisslänge angepasste oral-okzipital geführte Schnitt deckt sich im wesentlichen mit den Verhältnissen, wie wir ihnen auf jüngeren Stadien der Entwicklung begegnet haben (Taf. XV, Fig. 2 und 3), so dass sich eine nähere Beschreibung erübrigt.

*ee) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 25,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XVII, Fig. 1.

Ein ganz entsprechendes Entwicklungsstadium der Zahnanlage liegt bei einem Embryo von 25,0 cm Kopfsteisslänge vor, dessen Längsschnitt auf Taf. XVII, Fig. 1 wiedergegeben ist. Über der kegelartigen Ausstülpung der Grundpapille erscheint das innere Schmelzepithel verdickt.

*ff) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 34,5 cm langen Rinderföten.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XVI, Fig. 1.

Auf noch älteren Stadien der Zahnentwicklung, bei Embryonen von 34,5 cm Kopfsteisslänge, treffen wir neben dem stark ausgebildeten vordern Zahnhöcker einen auf dem Längsschnitt durch einen mit Schmelzpulpa erfüllten Einschnitt lokal abgesetzten zweiten, niedrigeren, Zahnhöcker, der aus dem flächenhaft gestalteten hinteren Abschnitt der Zahnanlage hervorgegangen ist und an seiner distalen Oberfläche seichte grubenartige Vertiefungen erkennen lässt.

*gg) Die Verhältnisse an drei von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 38,0 cm langen Rinderföten.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XVI, Fig. 2, 3 und 4.

Endlich geben wir noch mit drei Längsschnitten aus einer Schnittserie die Verhältnisse wieder, wie sie an der Prämolaren  $\overline{\text{pr.3}}^d$ -Anlage des Unterkiefers bei einem 38,0 cm langen Föten anzutreffen sind. Auf allen drei Schnitten (Taf. XVI, Fig. 2, 3 und 4) tritt die starke, besonders

kräftig ausgebildete Partie des vorderen Zahnteiles in Erscheinung, und zwar in einer auffallend soliden Ausstattung der Wandteile mit Hartsubstanzen dieses Gebiets. Schon auf randständigen, seitlich von der Medianen des Zahnes angelegten Schnitten treffen wir über dem innern Schmelzepithel (Fig. 2) eine dicke Schicht abgesonderter Schmelzsubstanz, der in proximaler Richtung die Dentin- und Odontoblastenschicht folgen. Auf mehr median geführten Schnitten, wo der Höcker der Zahnanlage in seiner vollen Ausdehnung zum Schnitte gelangt (Fig. 3 und 4), besteht diese Schichtenablagerung noch in vermehrter Masse. Der kleinere, nach hinten gelegene Höcker ist weniger stark mit Hartsubstanzen besetzt. Wir sehen über diesen Teil des Zahnes deutlich den Schmelzkörper und seine Schmelzpulpa sich ausbreiten, dessen Epithelien noch nicht, wie in der vordern Zahnregion, am Zahnhöcker unter Reduktion der Schmelzpulpa sich zusammengelegt haben, sondern durch diese auseinandergehalten werden. In Fig. 4 tritt am hinteren Teil der Zahnanlage der Ansatz einer Kundengrube auf, über deren Grund sich eine hohe Schicht Schmelzpulpa breitet. In der Anlage treten auch seitliche Becherwände auf. Äusseren Faltenbildungen an den Seiten der Oberfläche der Zahnanlage zufolge treten in der Zahnpulpa auf Durchschnitten gewebefreie Stellen mit Anschnitten der Hartschubstanz in der Wandauskleidung auf.

*hh) Die Verhältnisse an zwei horizontal geführten Querschnitten durch die Zahnanlage eines 26,0 cm langen Rinderfötus.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XVII, Fig. 2 und 3.

Endlich seien noch zwei Horizontalschnittbilder von Kiefern mit Zahnanlagequerschnitten aufgeführt, welche über den baulichen Charakter des Zahnes Aufschluss geben sollen.

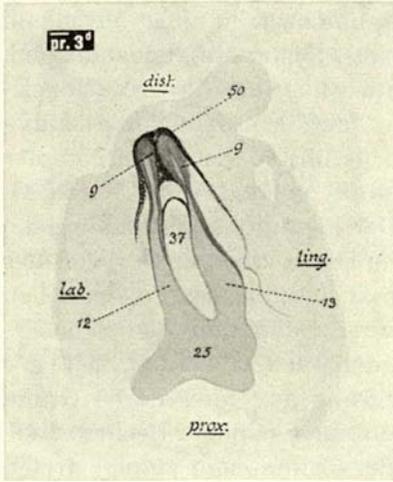
Der erste Querschnitt durch die Zahnanlage, Taf. XXII, Fig. 2, ist distal geführt und lässt zufolge ungleichmässiger Höherhebung der einzelnen Teile der Zahnanlage von der Unterfläche einen vorderen kleinen, vom übrigen Teil der Zahnmasse im Schnitt abgetrennten Abschnitt der Grundmasse erkennen, die von vorn nach hinten ihren Querschnitt verbreitert. Bemerkenswert ist ferner ein nach der lingualen Seite hin im Querschnitt sich als Wandauswölbung geltend machender Querkamm, dem sich weiter proximal (Fig. 3) noch mehrere Falten beigesellen, sodass durch diese Wandfaltenwürfe Nischen geschaffen werden, die mit Schmelzpulpagewebe angefüllt sind und zur Verstärkung und Verbreiterung der Zahnanlage beitragen. Durch diese Wandfaltenwürfe können in von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch den Zahn Hohlräume entstehen, die eigentliche Kundengruben vortäuschen können, die aber beim Rind nicht bloss durch Einfaltungen der zukünftigen Kauflächenwand in disto-proximaler Richtung entstehen, sondern durch Faltung der seitlichen Zahnwand und zugeordnet nach zwei Richtungen hin geöffnet sind.

Der zweite Querschnitt geht durch tiefere, mehr basale Teile der Zahnanlage hindurch. Er führt die an der lingualen Seite im hinteren Teil der Anlage entwickelten Wandfalten vor, die von starken Massen des Schmelzorgans umstellt werden.

*hh') Die Verhältnisse an einem labio-lingualen Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 29,5 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Textfig. hh' (Unterkiefer).

Der Schnitt durch die nunmehr aufgeführte Zahnanlage ist deswegen von besonderem Interesse, weil er zeigt, dass an der Anlage nun doch bereits eine Kundendifferenzierung, offenbar als sekundäres Merkzeichen, sich eingestellt hat. Die nähere Betrachtung der Schnittserie zeigt, dass innerhalb des Zahnes eine in der Vertikalen erfolgende Einstülpung nachweisbar ist, die einer Kundenbildung gleichzustellen ist, indem zwei Becherwände, je eine auf der bukkalen und lingualen Seite, in Erscheinung treten und an den bestehenden Enden sich bereits wieder eine durch die Entwicklung des Schmelzepithels gegebene Verlötung geltend macht. Äusserlich zeigt



Textfig. hh' (Unterkiefer)

zufolgedessen die Anlage einen einheitlichen Charakter, innerlich lassen sich die Spuren einer beginnenden, sekundär in Erscheinung tretenden Differenzierung im Sinne der Kundenbildung nachweisen.

*ii) Die Verhältnisse an zwei labio-lingual geführten Längsschnitten durch die Zahn-anlage eines 91,0 cm langen Rinderfötus.*

Hierzu Textfig. ii und ii' (Unterkiefer).

Wenn auf älteren Stadien der Entwicklung zwei Schnitte in der vorderen und hinteren Region der Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$ -Anlage angelegt werden, so zeigen diese Schnitte den Zahn in einem etwas verschiedenen Verhalten.

### Textfigur hh' (Unterkiefer).

$\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$ , rechter Unterkiefer.

Ri. 311 ♀. 29,5 cm K. S. L. labio-lingualer Längsschnitt durch die Zahn-anlage. Vergrößerung im Maßstab 1:6,5. Se. 36. Schnitt 227.

dist. = distal                      lab. = labial (bezw. bukkal)  
prox. = proximal                ling. = lingual

- 9 = verkalktes Dentin
- 12 = labiale Zahnbecherwand
- 13 = linguale Zahnbecherwand
- 25 = Pulpa
- 37 = Kundengrube
- 50 = Schmelz (Substantia adamantina)

### Textfiguren ii und ii' (Unterkiefer).

$\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$ , rechter Unterkiefer.

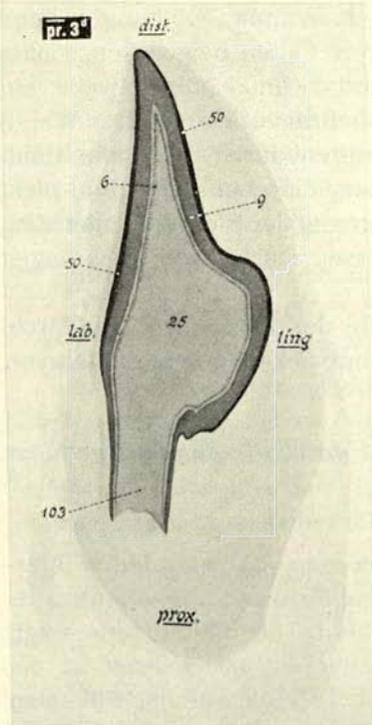
Rind 335 ♂. 91,0 cm K. S. L. labio-linguale Längsschnitte durch die Zahn-anlage. Vergrößerung im Maßstab 1:3,5.

Fig. ii: Längsschnitt durch die vordere Region der Zahn-anlage. Se. 47. Schnitt 106.

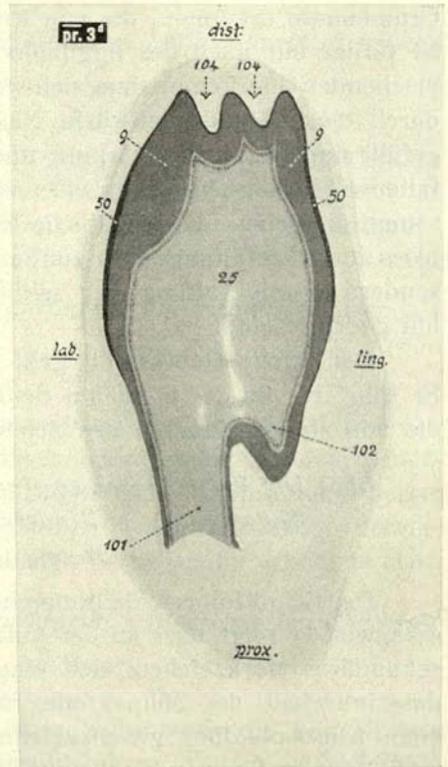
Fig. ii': Längsschnitt durch die hintere Region der Zahn-anlage. Se. 47. Schnitt 224.

dist. = distal  
prox. = proximal  
lab. = labial (bezw. bukkal)  
ling. = lingual

- 6 = Odontoblastenschicht
- 9 = verkalktes Dentin
- 25 = Pulpa
- 50 = Schmelz (Substantia adamantina)
- 101 = labialer Wurzelast
- 102 = lingualer Wurzelast
- 103 = Wurzelast
- 104 = grubenartige Vertiefung an der Reibfläche



Textfig. ii (Unterkiefer)



Textfig. ii' (Unterkiefer)

Der Schnitt durch die vordere Zahnregion (Fig ii) lässt erkennen, dass im Vorderteil der Zahn einen schmalen scharfen freien Rand aufweist und dass erst gegen die Basis des Zahnes hin derselbe eine ansehnliche Breite aufweist. Der Zahn wird umkleidet vom Schmelzepithel und baut sich neben der Pulpa das Dentinegewebe auf.

Der Schnitt durch die hintere Zahnregion (Fig. ii') gibt den Zahn mit einer relativ breiten Reibfläche wieder, an der zwei kundengrubenartige Einstülpungen wahrzunehmen sind. Der Zahn ist bedeutend kräftiger im hinteren Abschnitt ausgebaut und zeigt eine starke Wurzel. Auch die Dentinschicht ist entsprechend massiger angelegt und engt die Pulpa entsprechend ein. Es zeigt sich, dass zuzufolgedessen der hintere Zahnteil komplizierter und massiger angelegt ist wie der vordere Teil. Ausserdem sind Ansätze zu kundenähnlichen Differenzierungen festzustellen.

### *Schema D*

#### **Schema zur Veranschaulichung der Entwicklung eines komplexen, zweikomponentigen bzw. zweibecherigen Zahnes im Unterkiefer**

**Fig. a)** Papillarkörper (pa. kö.) mit distal aufliegendem Schmelzorgan (schm. org.). Ausgangsstadium der Zahnentwicklung.

**Fig. a')** Medianer Längsschnitt durch die in Fig. a) wiedergegebene Zahnanlage. Schmelzorgan mit äusserem und innerem Schmelzepithel (ä. schm. ep. und i. schm. ep.), sowie der Schmelzpulpa (schm. pu.), den distalen Teil des Papillarkörpers überdeckend. Frei von der Überdeckung der proximale Teil des Papillarkörpers.

**Fig. b)** Anlage gewachsen. Papillarkörper noch mehr vom Schmelzorgan umwachsen.

**Fig. b')** Die in Fig. b) wiedergegebene Anlage von vorn nach hinten längs durchschnitten. Papillarkörper nunmehr gelappt. Anlage zweier Zahnkomponenten (ko. 1 pa. kö. und ko. 2 pa. kö.). Einheitlicher Papillarkörper durch Einschnitt in labio-lingualer Richtung zwei gleichförmige Tochterpapillen entwickelnd.

**Fig. c)** Längsschnitt durch die in der Entwicklung weiter fortgeschrittene Zahnanlage. Schnittrichtung von vorn nach hinten. Einstülpungen an den beiden Zahnpapillen (↓ ↓) durch Einfaltung des innern Schmelzepithels (i. schm. ep.). Zwischen den sich also bildenden Zahnbechern pfropfartige Auffaltung des innern Schmelzepithels (Zwischenstrebepeiferanlage zw. str. pf.).

**Fig. c')** Nämliche Anlage wie in Fig. c), jedoch nicht im Schnittbild, sondern in der Sicht auf die freigelegte distale Papillarkörperoberfläche nach Entfernung des Schmelzorgans bis auf geringfügige seitliche und randständige Teile. Blick auf den Grund der beiden Kundengrubenanlagen (ku. gr. alg. ko. 1 und ku. gr. alg. ko. 2) und auf die in der Aufsicht kegelförmig aus einheitlicher Matrix emporragenden vordern und hintern Tochterpapillen. Zwischenstrebepeifer (zw. str. pf.) bukkalseits zwischen den beiden Anlagekomponenten (Zahnbechern).

**Fig. d)** Vorderer und hinterer Zahnbecher, Komponenten 1 und 2 und der zwischen ihnen zur Ausbildung gelangende Zwischenstrebepeifer weiter entwickelt und aus dem gemeinsamen Grundgewebe herauswachsend. Vorderer Zahnbecher in disto-proximaler Richtung zur Demonstration der Innenarchitektur der Becheranlage längs durchschnitten.

**Fig. e)** Älteres Stadium der Zahnentwicklung. Auswachsen der einzelnen Zahnbecher in proximo-distaler Richtung. Die am vorderen und hinteren Zahnbecher (ko. 1 und ko. 2) angebrachten labio-lingualen Längsschnitte zur Einsichtnahme der baulichen Beschaffenheit der Zahnwände. Zwischenstrebepeifer (zw. str. pf.) ebenfalls angeschnitten.

**Fig. f)** Zahnbecher in ihren Kronteilen nahezu ausgewachsen. Kundengruben bedeutend vertieft. Sektor aus labialer Becherwand der vorderen Zahnkomponentenanlage herausgeschnitten. Auftreten von seichten, in der Richtung von vorn nach hinten verlaufenden schmalen Dellen an den labialen, gebogenen (lab. z. be. wd. ko. 2) und lingualen, geraden (ling. z. be. wd. ko. 1 u. ko. 2) Becherwandrändern, hervorgerufen durch ungleichartige Resistenz der die Zahnränder aufbauenden Hartmassen (Schmelz und Dentin) mechanischen Einflüssen gegenüber im Zahngebrauch. Ansätze zur Bildung von Wurzelästen an der Basis der einzelnen Zahnbecher (wu. alg.).

*Erklärungen der Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung der Anlagen beziehen:*

hi. = hinten	dist. = distal	lab. = labial (bzw. bukkal)
vo. = vorn	prox. = proximal	ling. = lingual

*Erklärungen der Abkürzungen, die auf einzelne Teile von Zahnanlagen Bezug nehmen:*

ä. schm. ep.	= äusseres Schmelzepithel
i. schm. ep.	= inneres Schmelzepithel

ko. 1	= Zahnkomponente (Zahnbecher) 1
ko. 2	= Zahnkomponente (Zahnbecher) 2
ko. 1 pa. kö.	= Sekundärpapille 1, Komponentenanlage 1 der Primärpapille
ko. 2 pa. kö.	= Sekundärpapille 2, Komponentenanlage 2 der Primärpapille
ku. gr.	= Kundengrube
ku. gr. 1	= Kundengrube der Zahnbecheranlage 1
ku. gr. 2	= Kundengrube der Zahnbecheranlage 2
ku. gr. alg. 1	= Kundengrubenanlage, Zahnkomponente 1
ku. gr. alg. 2	= Kundengrubenanlage, Zahnkomponente 2
lab. z. be. wd. ko. 1	= labiale (bezw. bukkale) Zahnbecherwand, Zahnkomponente 1
lab. z. be. wd. ko. 2	= labiale (bezw. bukkale) Zahnbecherwand, Zahnkomponente 2
ling. z. be. wd. ko. 1	= linguale Zahnbecherwand, Zahnkomponente 1
ling. z. be. wd. ko. 2	= linguale Zahnbecherwand, Zahnkomponente 2
pa. kö.	= Papillarkörper
pu gew.	= Pulpagewebe
schm.	= Schmelz
schm. org.	= Schmelzorgan
schm. org. sti.	= Schmelzorganstiel
schm. pu.	= Schmelzpulpa
u. v. dent.	= unverkalktes Dentin
v. dent.	= verkalktes Dentin
zw. str. pf.	= Zwischenstrebepefeiler

## II. Die Entwicklung des komplexen, zusammengesetzten, zweikomponentigen bzw. zweibecherigen Zahnes

Diesem Typus gehören die Dauermolare  $\overline{mo.1}$  und  $\overline{mo.2}$  an.

### 1. Das für den vorliegenden Entwicklungstypus geltende allgemein orientierende Schema (Schema D)

Ein vom eben besprochenen abweichender, an die Verhältnisse des im Schema B wiedergegebenen Typus erinnernder Bildungsmodus liegt für die beiden vorderen laktealen Molaren des Unterkiefers vor.

Der Bildungsgang, dem die hierher gehörenden Zähne unterworfen sind, deckt sich nämlich mit dem für den komplexen, zweikomponentigen Becherzahn am Oberkiefer beschriebenen. Auch hier kommt es zur Verlängerung der vom Schmelzorgan und von der primären Zahnpapille gebildeten Zahnanlage (Fig. b), aus der zwei Sekundärpapillen hervorgehen. Jede Papille, mit einer zentralen Vertiefung versehen, lässt aus sich heraus einen Zahnbecher entstehen (Fig. c und c'), der wiederum einzeln mit eigener Struktur verkalkt, in späteren Entwicklungsstappen unter immer festerer Verbindung der Hartteile sich dem andern Becher anschliesst und mit ihm sich zu einem einheitlichen, aus zwei Komponenten bestehenden Zahn vereint.

In entsprechender Weise wie am Oberkiefer bildet sich am vorliegenden Zahn zwischen beiden Zahnbechern eine Hartsäule aus, der eine Wandfaltenbildung der nach der Lingualseite ausgebogenen Becherwand zugrunde liegt (Fig. c', d, e und f). Die beiden Zahnbecher schliessen sich immer enger mit ihren seitlichen Berührungsteilen zusammen. Unterschiedlich gegenüber dem zweibecherigen Zahn am Oberkiefer ist das lokal verschiedene Auftreten der Hartsäule, die hier auf der bukkalen, dort auf der lingualen Zahnseite erscheint, ein Verhalten, das mit der gegensätzlichen Formierung der Zahnbecherwände zusammenhängt

Schema D

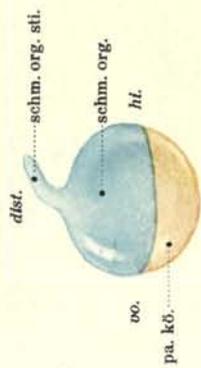


Fig. a

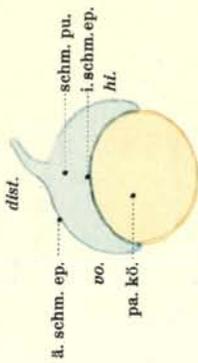


Fig. a'

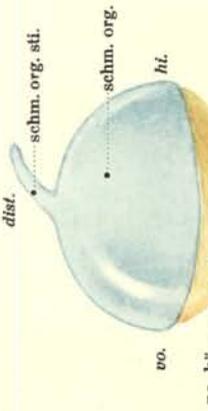


Fig. b

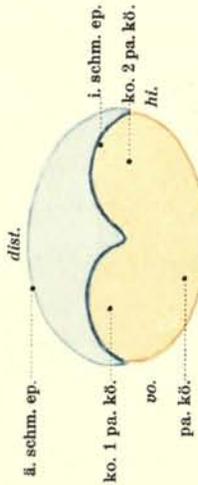


Fig. b'

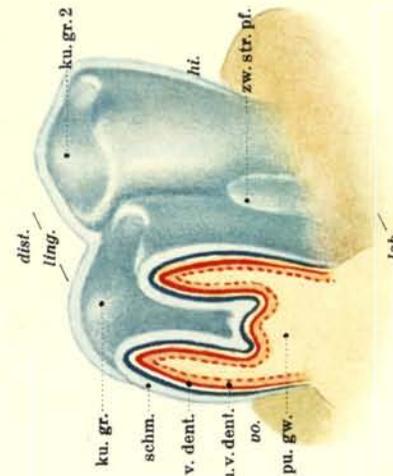


Fig. d

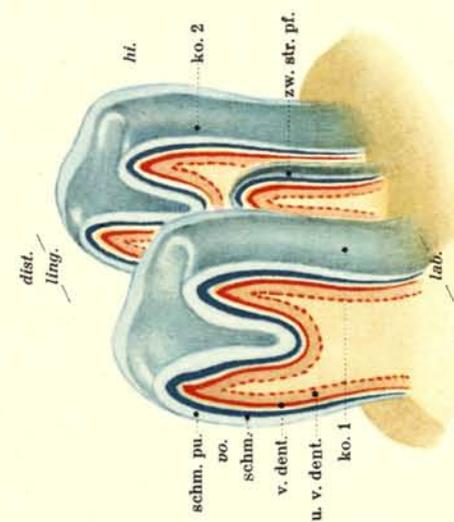


Fig. e

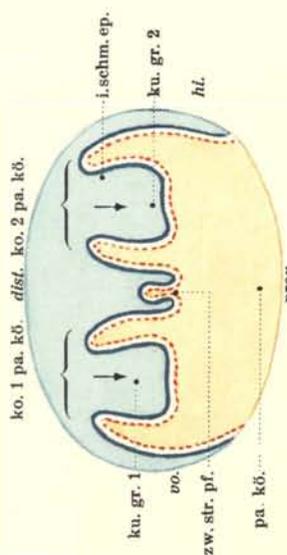


Fig. c

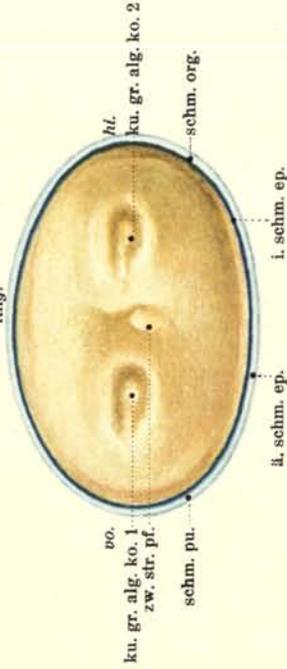


Fig. c'

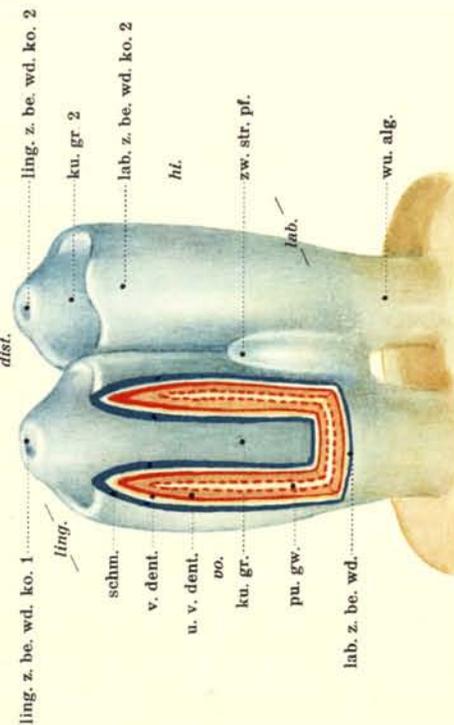


Fig. f

(im Oberkiefer «flache» Becherwand nach der bukkalen Seite hin ausgebildet, konvex gewölbte Becherwand nach der lingualen Seite; im Unterkiefer stark gewölbte Becherwandfläche nach der bukkalen Seite gekehrt, «flache» Becherwand nach der lingualen Seite).

## 2. Mikroskopische Schnittbilder von Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem eben besprochenen und im Schema D wiedergegebenen Typus der Genese folgen

### Schnittbilder von der Molar $\overline{\text{mo.1}}$ -Anlage im Milchgebiss

aa) *Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 10,5 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXIV, Fig. 1.

Wiewohl der Molar  $\overline{\text{mo.1}}$  als Dauerzahn ein zweikomponentiges, aus zwei Bechern bestehendes Hartgebilde repräsentiert, so unterscheidet sich seine Anlage in den frühesten Perioden der Entwicklung in keiner Weise von derjenigen eines einkomponentigen Zahnes (Taf. XXIV, Fig. 1). Wir sehen die erste Anlage in Form eines Schmelzknotens auftreten, in einer in das Bindegewebe vordringenden Ausstülpung des Stratum germinativum und des über diesem gelegenen Stratum corneum. Fig. 1 zeigt diesen Schmelzknoten von den im Bindegewebe im Knotenbereich besonders stark angesammelten Zellen des künftigen Papillarkörpers umgeben, die das Kolbenende des Schmelzknotens umstellen und unter denen bereits eine Anzahl nahe am Schmelzknotenrand in dichter Anhäufung Aufstellung genommen haben (zukünftige Odontoblastenschicht). Am Kolbenende haben sich die Zellen des Stratum germinativum stark vermehrt und bereiten sich während des Prozesses der terminalen Knoteneinschnürung zur Bildung der Schmelzorgankappe für den zukünftigen Papillarkörper vor.<sup>1 u. 2</sup>

aa') *Die Verhältnisse an einem labio-lingual geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 21,4 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXXI, Fig. 4.

Die Zahnanlage verdient insofern Beachtung, als sie eine vollständige Emanzipierung der Sekundärpapillen in Form zweier Tochterpapillen bzw. Zahnbechern noch nicht erkennen lässt, aber in der vorderen Region des Papillarkörpers auf dem Schnittpräparat bereits eine Einsenkung zeigt, die im Sinne der Ausbildung einer Kundengrube zu deuten ist, so dass bereits die Anlagen einer bukkalen und lingualen Becherwand zu erkennen sind. Im Bereiche der Zahnleiste tritt die verschiedene Differenzierung des bukkalen und lingualen Leistenblattes in Erscheinung, welches letzteres direkt auf der lingualen Seite an der Begrenzung der Schmelzlocke teilnimmt und in dem inneren Schmelzepithel, das dem Papillarkörper direkt aufliegt, seine Fortsetzung hat. Beachtenswert ist die aufgelockerte Struktur des bukkalen Zahnleistenblattes, das in seiner Fortsetzung, d. h. im äusseren Schmelzepithel des Schmelzorgans, diesen Charakter beibehält.

<sup>1</sup> POUCHET G. ET CHABRY L. (1884) befassen sich in ihren «Contributions à l'odontologie des Mammifères» mit der vergleichenden Embryogenie der Zähne. Sie schliessen in diese Studie als Untersuchungsobjekt das Schaf, das Rind, das Pferd und den Esel ein. Es werden jedoch nur einige der frühesten Anlagen von Zahnkeimen beschrieben. Über den Zusammenhang der Zahnknospe mit der Schmelzleiste äussern sich die beiden Autoren wie folgt bezüglich der Anlagen beim Rind: «A un premier examen on pourrait croire que la lame perd en quelque sorte sa continuité au niveau des points où elle donne naissance aux organes adamantines; mais il n'en est rien; le bourgeonnement n'a lieu que sur la face adamantine et la continuité de l'organe n'est assurée pour ainsi dire, par l'intégrité de la fase interne, comme nous l'avons déjà noté chez le mouton.»

<sup>2</sup> Die Umwandlung des knospenförmigen Stadiums der Zahnentwicklung in das kappenförmige Stadium erfolgt nach AHRENS, H. (1913) durch eine Vorbuchtung der Zahnleiste, an deren bukkalen Seite, oberhalb der Knospe.

*bb) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 25,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXIV, Fig. 2.

In Fig. 2, Taf. XXIV, treffen wir die Anlage in einer Phase der weiteren Entwicklung.<sup>1</sup> Dem gegen das übrige Bindegewebe bereits wohl abgesetzten Papillarkörper sitzt der mit dem Stiel der epithelialen Ausfaltung in Verbindung bleibende Endabschnitt (auf dem Schnittbild zufälligerweise unterbrochen) in Form einer Schmelzorgankappe auf. Äusseres und inneres Schmelzepithel sind noch gleichmässig ausgebildet. Zwischen den beiden Epithelien liegt ein schmaler Saum von Schmelzpulpazellen. In Form einer Mondsichel umfasst das Schmelzorgan, mit den Umschlagstellen der Epithelien, in die Zellanhäufung des Papillarkörpers eintauchend, den distalen Teil des letztern, während der basale bzw. proximale Teil und zum Teil auch die Randstellen ausserhalb des Gewölbes des Schmelzorgans gelegen sind.

*cc) Die Verhältnisse an vier horizontal geführten Querschnitten durch die Zahnanlage eines 26,0 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXV, Fig. 1 und 2, Taf. XXVI, Fig. 1 und 2.

Wir lassen nun eine Serie von Schnittbildern folgen, welche die Molar  $\overline{\text{mo.1}}$ -Anlage in Querschnitten wiedergeben. Die Querschnitte sind in verschiedener Höhe durch die Zahnanlage des Rinderfötus Nr. 317, ♂ mit 26,0 cm Kopfsteisslänge gelegt.

Auf dem am meisten distal geführten Schnitt (Taf. XXV, Fig. 1) führt das Schnittbild die beiden Anschnitte der zukünftigen Becherwände der ersten Zahnbecheranlage vor, die durch einen Saum des Schmelzorgangewebes (Schmelzpulpa) voneinander getrennt sind, ein Zwischenspatium, in welchem wir in dieser Höhe der Anlage die nach vorn und hinten offene Spalte der Kundengrubenanlage für den ersten Becher zu erblicken haben.

Aber bereits ist auch im hintern Teil des angeschnittenen Gewebekomplexes die Anlage für den zweiten Zahnbecher festzustellen, der in seiner Entwicklung allerdings noch nicht so weit vorangeschritten ist wie der erste, immerhin schon in seinem vordern Teil den Ansatz zur Bildung einer leichten Kerbe für die Anlage einer Kundengrube zeigt. Mit Ausnahme des hintersten Seitenrandes, an dem die Zellen des Papillarkörpers noch freien Zuzug aus dem Bindegewebe erhalten können, wird die ganze Anlage von einem geschlossenen Mantel des Schmelzorganes eingehüllt, dessen Oberfläche vom äussern Schmelzorganepithel bedeckt wird, während die angeschnittenen Teile des gemeinsamen Papillarkörpers direkt vom innern Schmelzepithel umkleidet werden, das gegenüber dem äussern Schmelzepithel bereits eine stärkere Zellschichtung und Zelldicke zeigt, und an das sich das Gewebe des Papillarkörpers, speziell die Odontoblastenschicht, anschmiegt.

Gegen das hintere Ende der Anlage hin ist dem Schmelzorgan mit seinen Epithelien die Möglichkeit geboten, immer noch neue im Papillarkörper durch Zellvermehrung in Bildung begriffene, bisher aber noch nicht von seinem Gewebe bedeckte Teile zu umfassen und mit den die Bildung des äussersten Hartüberzuges übernehmenden Gewebe-Epithelien auszurüsten. Innerhalb eines a priori geschlossenen Schmelzepithelmantels wäre vielleicht so rasch die Stellung eines Gewebezusatzes, wie er am hintern Teil der Zahnanlage wahrzunehmen ist, nicht möglich.

Ein etwas tiefer, durch eine proximalere Region geführter Querschnitt durch die Zahnanlage lässt die Becherwände der ersten Zahnkomponente in einer bedeutenderen Ausdehnung im vordern Teil der Zahnanlage erscheinen (Taf. XXV, Fig. 2). Auf dem Schnitt tritt die linguale Becherwand des ersten Bechers bereits mit der Anlage der linguale Becherwand des

<sup>1</sup> Nur die anders gewählte Schnitttrichtung täuscht ein noch weniger weit in der Differenzierung fortgeschrittenes Entwicklungsstadium vor.

zweiten Bechers in Verbindung, während auf der bukkalen Seite der Becherwandanschnitt des ersten Bechers noch durch Schmelzpulpagewebe vom hintern Anlageteil getrennt erscheint.

Ein noch tiefer geführter Schnitt (Taf. XXVI, Fig. 1) lässt auf dem Schnittbild den nach hinten bereits geschlossenen, aber nach vorne noch offenen ersten Zahnbecher erkennen, dessen bukkal bereits gebogene Wand flügelartig von vorn gegen hinten sich der lingualen, mehr gerade ausgerichteten Becherwand nähert. Im Spaltraum des eingeschlitzten Bechers breitet sich nach wie vor Pulpagewebe vom Schmelzorgan aus. Durch einen von der labio- bzw. bukko-lateralen Seite her vordringenden Einschnitt des innern Schmelzorganepithels beginnt auf dem Querschnitt sich die zweite Sekundärpapille von der ersten, bereits zu einem Becher mit nach vorn klaffenden Leistenwänden umgewandelten Papillarkomponente abzuschneiden, ohne dass dabei die Einheitlichkeit des Papillarkörpers in seinen proximalen Gewebepartien verloren geht.

Der vierte, letzte, zur bildlichen Wiedergabe ausgewählte Querschnitt (Taf. XXVI, Fig. 2) endlich gibt den Grundriss des einheitlichen Papillarkörpers wieder und deckt im Durchschnitt den Grund der Kundengrube des ersten Zahnbechers auf, bis zu welchem das Gewebe des Schmelzorgans zwischen den beiden Becherwänden vordringt. Deutlich tritt an der bukkalen Wand des Papillarkörpers in dessen Gewebe, nahe der Grenze der Schmelzepithelumrandung, die das Dentin später absetzende Odontoblastenschicht auf.

*cc') Die Verhältnisse an zwei durch Komponente 1 und 2 der Zahnanlage geführten Labiolingualschnitten durch die Zahnanlage eines 29,5 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXXI, Fig. 5 und 6.

Die Molaranlage ist so weit in der Entwicklung fortgeschritten, dass bei der Durchsicht der lückenlosen Schnittserie bereits die beiden miteinander verbundenen, aber gleichwohl gegeneinander einzeln abgesetzten Wandbecher zu erkennen sind.

In Fig. 5, Taf. XXXI tritt uns die erste Komponente des komplexen Zahnes entgegen und zeigt sofort wiederum das Vorseilen des vorderen Zahnteiles (der 1. Sekundärpapille) gegenüber den hinteren Anlageteilen (Fig. 6). Deutlich tritt die Kundengrube auf, die von beiden Becherwänden umstellt wird, wobei die linguale Wand distal höher hinaufreicht und stärker auch in der Hartteilentwicklung ausgebildet ist, wie die bukkale Wand. In der Schmelzpulpa ist die Aufteilungsleiste angedeutet. Auch erscheint ein Stück der Zahnleiste und eine in ihr abgesetzte Epithelperle.

Fig. 6 gibt den entsprechenden Schnitt durch den zweiten, aboralen Zahnbecher, auf welchem die beiden Becherwände aus dem gemeinsamen Papillarkörper nach dem freien Kieferrand emporstreben. Das Schmelzorgan steht in Verbindung mit der Zahnleiste, in der die epitheliale Perlbildung ausserordentlich schön festzustellen ist.

*dd) Die Verhältnisse an zwei von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 34,5 cm langen Fötus.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXVII, Fig. 1 und 2.

Zwei durch die Molar  $\overline{m_0}$ -1-Anlage eines rechten Unterkiefers geführte, von einem Rinderfötus mit 34,5 cm Kopfsteisslänge gewonnene Längsschnitte vermitteln einen Einblick in die Beschaffenheit der diesem Zahn zufallenden Entwicklungsstufen.

Zeigt der mehr lingual geführte Schnitt der Schnittserie in Fig. 1, Taf. XXVII die beiden vom Schmelzorgan und Schmelzepithel überkleideten lingualen Becherwände in ihrer unterschiedlichen entwicklungsgeschichtlichen Differenzierung und das Vorseilen der dem vordern Zahnbecher zufallenden Becherwand gegenüber der am Aufbau des hintern Bechers beteiligten Wandhälfte, so bringt der mehr bukkal die Anlage treffende, auf Fig. 2 der Tafel, wiedergegebene Schnitt

der Serie die mittleren Partien des Zahnes zur Darstellung und gewährt einen Einblick in die Becherlumina ( $\downarrow\downarrow$ ), deren aufstrebende Seitenwandteile gegen das umliegende Schmelzgewebe grenzen und innerhalb des Schmelzorganes die Scheidung der beiden Becher gegeneinander vollziehen. Man sieht, wie unter Vermehrung der Schmelzpulpazellen die Lumina beider Becher vollständig ausgefüllt werden, ohne dass vorerst ein Einfall der äussern Decke (des äussern Schmelzepithels) am Schmelzorgan sich zeigt. Erst zu einer spätern Periode der Entwicklung wandert auch das Bindegewebe unter dem Schmelzorgandeckeneinbruch in die Becherlumina ein und drückt das Zellager des Schmelzorgans unter dem Zusammentritt der beiden Epithelien (des äussern und innern Schmelzepithels) und der Reduktion der Schmelzpulpa zusammen. Man sieht auf dem Schnitt auch die von den Bechergründen aufsteigenden bukkalen Becherlängswände mit den basalen Teilen des Papillarkörpers und dem Pulpagewebe der Zahnanlage im Zusammenhang.

### Schema E

#### Schema zur Veranschaulichung der Entwicklung eines komplexen, dreikomponentigen bzw. dreibecherigen Zahnes im Unterkiefer

**Fig. a)** Papillarkörper vom Schmelzorgan distal überwachsen. Ausgangsstadium der Zahnentwicklung.

**Fig. a')** Längsschnitt durch die Zahnanlage. Papillarkörper vom Schmelzorgan überkappt. Inneres Schmelzepithel (i. schm. ep.) der Oberfläche des Papillarkörpers anliegend.

**Fig. b)** Weiter fortgeschrittenes Stadium der Zahnentwicklung. Anlage grösser geworden. Papillarkörper vom Schmelzorgan umfassender überkappt. Auswachsen der Anlage in antero-posteriorer Richtung augenfällig.

**Fig. b')** Antero-posterior geführter Längsschnitt durch die in Fig. b) wiedergegebene Anlage. Auftreten dreier Sekundärpapillen (ko. 1 pa. kö., ko. 2 pa. kö., ko. 3 pa. kö.) durch Ausbildung zweier in labio-lingualer Richtung verlaufender Querfurchen am ursprünglich einheitlichen Papillarkörper. Entsprechendes Vordringen von Schmelzorgangewebe und Faltung des innern Schmelzepithels (i. schm. ep.).

**Fig. c)** Antero-posterior geführter Längsschnitt durch ein in der Entwicklung weiter fortgeschrittenes Stadium. Auftreten von Einfaltungen ( $\downarrow\downarrow\downarrow$ ) an den vorgewölbten Sekundärpapillen unter Bildung dreier becherartiger Zahnkomponenten ([ko. 1] pa. kö., [ko. 2] pa. kö., [ko. 3] pa. kö.). Auf dem Schnittbild entsprechende Aussackungen des innern Schmelzepithels. Vorwölbungen zwischen je zwei benachbarten Sekundärpapillen, jene zu Zwischenstrebepeiler auswachsend (zw. str. pf. 1, zw. str. pf. 2).

**Fig. c')** Die dem Schnitt Fig. c) zugrunde liegende Anlage in der Aufsicht. Blick auf die distale Fläche des die drei Sekundärpapillen zur Entwicklung bringenden Grundkörpers (primärer Papillarkörper, ma. pa. kö. z. alg.) nach Entfernung des Schmelzorgans, mit Ausnahme von dessen basal gelegenen Randteilen. Die die Gesamtanlage des Papillarkörpers darstellenden, mit grubenartigen Vertiefungen (ku. gr. alg. [ko. 1], ku. gr. alg. [ko. 2], ku. gr. alg. [ko. 3]) versehenen drei Einzelpapillen; die auf der bukkalen Seite interpapillär gelegenen beiden Anlagen für die Zwischenstrebepeiler (zw. str. pf. 1, zw. str. pf. 2).

**Fig. d)** Die drei aus der Grundpapille sich erhebenden Zahnbecher mit den auf der bukkalen Seite differenzierten Strebepeilern nach Entfernung des Schmelzorgans am 2. und 3. Zahnbecher und am 2. Strebepeiler. Erster Zahnbecher in labio-lingualer Richtung längs durchschnitten. Veranschaulichung der Schichtung im Innern des Zahnes.

**Fig. e)** Ähnliches Stadium der Zahnentwicklung wie auf Fig. d, jedoch fortgeschrittenes Wachstum und engeres Zusammentreten der Einzelkomponenten zur Bildung einer einheitlichen Zahnformation. Zahnbecher teilweise in labio-lingualer Richtung längs durchschnitten bei Abtragung der vordern Teilstücke zur Veranschaulichung der Innenstruktur der Einzelbecher.

**Fig. f)** Auswachsen der einzelnen Zahnbecher zu langen, röhrenartigen Zahnschäften. Wurzelbildung an der Basis der Einzelzähne. Wandsektor am vordersten Zahnbecher herausgeschnitten zur Demonstration der Tiefe der Kundengrube und des Aufbaues der Becherwandung.

*Erklärungen der Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung der Anlagen beziehen:*

hi. = hinten  
vo. = vorn

dist. = distal  
prox. = proximal

lab. = labial bzw. bukkal  
ling. = lingual

*Erklärungen der Abkürzungen, die auf einzelne Teile von Zahnanlagen Bezug nehmen:*

a. schm. ep.	= äusseres Schmelzepithel
i. schm. ep.	= inneres Schmelzepithel
ko. 1 pa. kö.	= Komponente 1 des Papillarkörpers (zukünftiger Zahnbecher 1)
ko. 2 pa. kö.	= Komponente 2 des Papillarkörpers (zukünftiger Zahnbecher 2)
ko. 3 pa. kö.	= Komponente 3 des Papillarkörpers (zukünftiger Zahnbecher 3)
ku. gr.	= Kundengrube
ku. gr. 1	= Kundengrube, Zahnbecher 1
ku. gr. 2	= Kundengrube, Zahnbecher 2
ku. gr. 3	= Kundengrube, Zahnbecher 3
ku. gr. alg. (ko. 1)	= Kundengrubenanlage der Zahnkomponente 1
ku. gr. alg. (ko. 2)	= Kundengrubenanlage der Zahnkomponente 2
ku. gr. alg. (ko. 3)	= Kundengrubenanlage der Zahnkomponente 3
lab. rd. z. be. 3	= bukkaler distaler Zahnbecherrand, Zahnkomponente 3
ling. rd. z. be. 1	= lingualer distaler Zahnbecherrand mit dellentartiger Einkerbung, Zahnkomponente 1
ling. rd. z. be. 3	= lingualer distaler Zahnbecherrand, Zahnkomponente 3
ma. pa. kö. z. alg.	= Matrix der Sekundärpapillen, Grundpapille der Zahnanlage
od. bl. sch.	= Odontoblastenschicht
pa. kö.	= Papillarkörper
pa. 1	= Sekundärpapille 1
pa. 2	= Sekundärpapille 2
pa. 3	= Sekundärpapille 3
pa. gw.	= Gewebe des Papillarkörpers
pu. gew.	= Pulpagewebe
schm.	= Schmelz (Substantia adamantina)
schm. org.	= Schmelzorgan
schm. pu.	= Schmelzpulpa
v. dent.	= un- oder schwachverkalktes Dentin
v. dent.	= verkalktes Dentin
zw. str. pf. 1	= Zwischenstrebepeiler, Stützelement zwischen Zahnbecher 1 und Zahnbecher 2
zw. str. pf. 2	= Zwischenstrebepeiler, Stützelement zwischen Zahnbecher 2 und Zahnbecher 3

### III. Die Entwicklung des komplexen, zusammengesetzten, dreikomponentigen (-becherigen) Zahnes

Im Unterkiefer tritt, im Gegensatz zu den Vorkommissen an Zahntypen im Oberkiefer, ausser dem ein- und zweikomponentigen Zahn noch ein weiterer, dreikomponentiger Zahntypus auf, und zwar in zwei verschiedenen Modifikationen.

#### Erste Modifikation:

##### 1. Das für den vorliegenden Typus geltende allgemeine Schema (Schema E)

Dem in «E» aufgeführten Schema folgt der lakteale Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}}^d$  am Unterkiefer.

Der Zahn entwickelt sich nach demselben Prinzip, das der Genese des komplexen zwei-becherigen Unter- bzw. Oberkieferzahns zugrunde liegt. Die Ausgangsstadien sind die nämlichen (Fig. a, a'). Auch hier wächst die aus dem Schmelzorgan und der Zahnpapille der Hauptsache nach bestehende Zahnanlage unter starker Vergrösserung der oral-okzipitalen Längsachse in der Richtung der Zahnleiste zu einer oval umgrenzten Anlage aus, innerhalb welcher es wieder frühzeitig zu einer inkompletten Aufspaltung der primären Zahnpapille in Sekundärpapillen kommt. Diesmal werden jedoch unter entsprechender Aufwölbung des Bodens des Schmelz-

organes nicht nur zwei, sondern drei Sekundärpapillen gebildet (Fig. b', c und c'), die sämtliche durch einen an den einzelnen Polen vor sich gehenden Einstülpungsvorgang eine grubenartige Vertiefung erhalten (Fig. c), sodass nunmehr drei kraterartige Grubenbildungen mit je einer von vorn nach hinten versehenen, schlitzförmigen Öffnung gesichtet werden können, wenn die präparatorisch von der Decke befreite, sonst vom Schmelzorgan bedeckte distale Oberfläche der ganzen Anlage dem Beschauer zur Betrachtung gelangt (Fig. c').

An zwei Stellen, wo die einzelnen Becher in ihren seitlichen Teilen im Hartzustand sich aneinanderlegen, um später dann miteinander zu verschmelzen, treten an der Basis der Anlagen durch Ausfaltungsprozesse der Becherwände auf der bukkalen Zahnseite zwei Nischensäulen als Stütz- und Verfestigungspfeiler der Zahnbecher auf. Letztere wandeln sich zu solidwandigen Zahnkelchen um, die in ihrer Gesamtheit durch immer engere Verbindung zu einer Einheit verwachsen und der definitiven Zahnform sich nähern (Fig. d, e und f). Da die Grundpapillenanlage während der Entwicklung aus sich heraus drei Sekundärpapillen entstehen lässt, von denen eine jede einzeln wiederum einen baulich gleich konstruierten Zahnbecher bildet und jedem Zahnbecher, ungeachtet des gemeinsamen Bildungsherd, ein besonderer Herd der Verkalkung eigen ist, so treten auf den seitlichen Röntgenbildern auf frühen Stadien der Kiefer- und Zahnentwicklung drei gesonderte Kalkherde auf, die wie einfache, primitiv gebaute Zähne aussehen, in Wirklichkeit aber nur Bestandteile einer und derselben Bildungsanlage sind.

## 2. Mikroskopische Schnittbilder von Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem eben besprochenen und im Schema E erläuterten Typus folgen

### Schnittbilder von der Prämolare $\overline{\text{pr. 4}^d}$ -Anlage im Milchgebiss

aa) *Die Verhältnisse an vier von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 10,5 cm langen Embryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XVIII, Fig. 1, 2, 3 und 4.

Dem eben besprochenen, für die Entwicklung eines dreibecherigen Zahnes geltenden Schema folgt der Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  des Unterkiefers, dessen Genese an Hand einer Anzahl Schnitte aus Schnittserien von Zähnen in verschieden weit fortgeschrittener Entwicklung demonstriert wird. Zunächst sei die Anlage am Unterkiefer eines 10,5 cm langen Rinderembryos an Hand zweier Serienschnitte erwähnt.

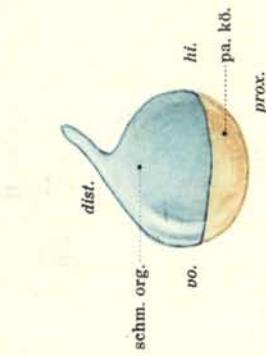
Mit den Fig. 1 und 2 (Taf. XVIII) sind zwei Schnitte in der Reproduktion wiedergegeben, die mitten durch die Anlage des Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}^d}$ , diese von vorn nach hinten in zwei Hälften zerlegend, hindurchgehen. Die ganze Zahnanlage stellt einen oval umgrenzten Gewebekomplex dar, dessen Längsachse in der Richtung von vorn nach hinten gelegen ist. Auffallend ist die in die Länge gezogene Anlage des Zahns, die aus dem Schmelzorgan im distalen und aus dem Papillarkörper im proximalen Teile, der auf noch früheren Stadien der Entwicklung vollkommen einheitlicher Natur ist,<sup>1, 2</sup> besteht. Das Schmelzorgan steht mit der Zahnleiste durch den Schmelz-

ROESE und BARTELS (1896) widersprechen TAEKER'S Behauptung von der völligen Übereinstimmung der Ergebnisse der Stammesgeschichte mit denjenigen der Entwicklungsgeschichte, und sprechen sich dahin aus, dass es völlig unrichtig sei, eine jede Mahlzanlage, auch diejenige des sechsgipfeligen «untern Pd. 1» (gemeint ist unser  $\overline{\text{pr. 4}^d}$ ) bilde anfangs einen einfachen Kegel (Protoconid und Paraconus):

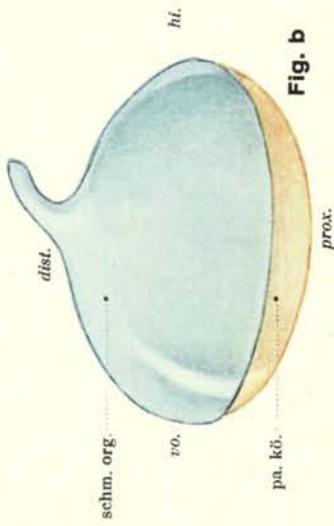
«Vielmehr wurde oben darauf hingewiesen, dass schon bei der ersten Anlage mehrgipfelter Mahlzähne stets mehrere flach kegelförmige Papillen nebeneinander entstehen. Diese Tatsache deutet darauf hin, dass schon die ältesten Säugetiermahlzähne mehrgipfelig waren und entweder durch Verwachsung mehrerer oder durch rasche Umbildung eines einzelnen Kegelzahnes entstanden sind».

Dem müssen wir den nunmehr unbestreitbaren, durch eine ganz einwandfreie mikro-technische Analyse gesicherten, an einem umfangreichen Material durchgeführten Befund entgegenstellen, dass sämtliche Zahnanlagen aus einfachen und unaufgeteilten Papillen

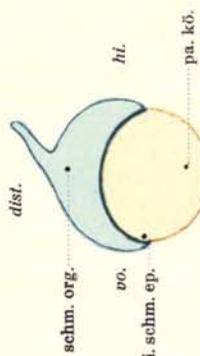
**Schema E**



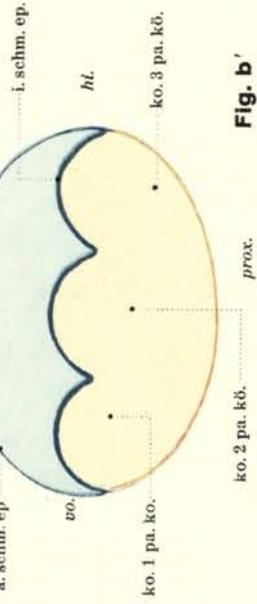
**Fig. a**



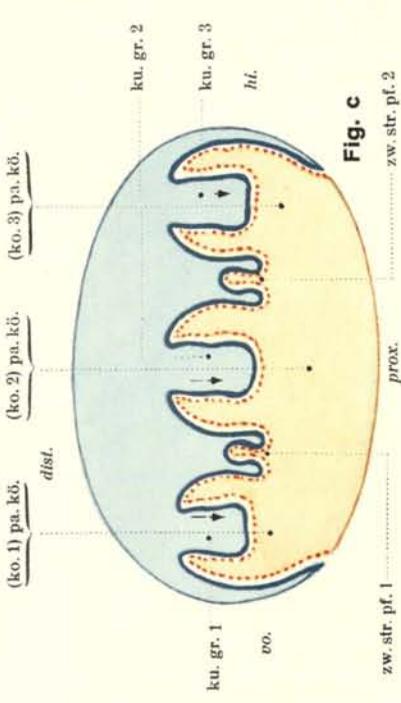
**Fig. b**



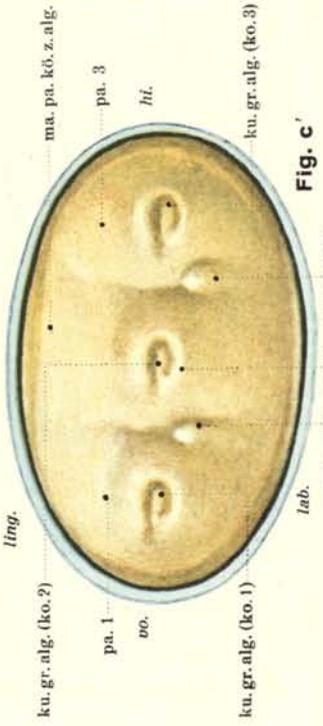
**Fig. a'**



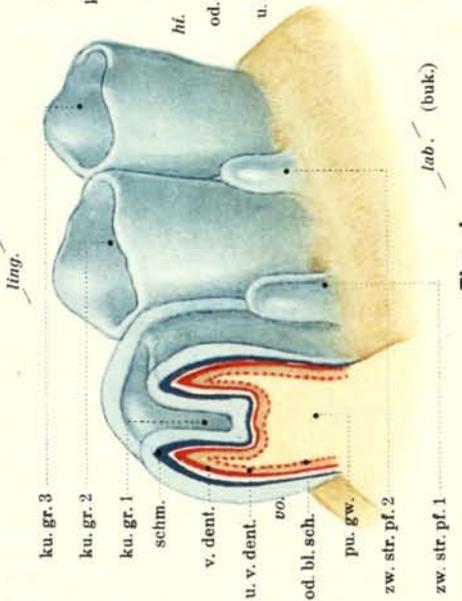
**Fig. b'**



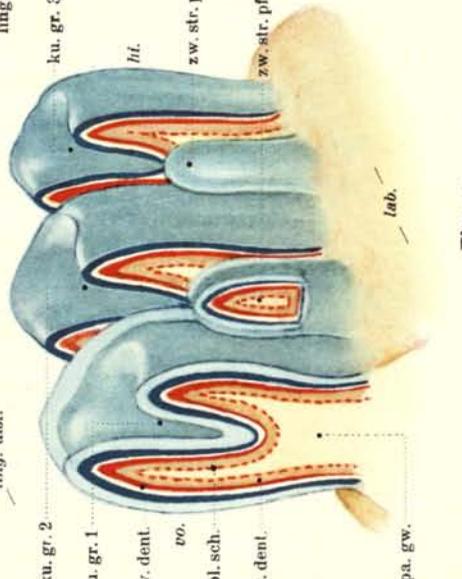
**Fig. c**



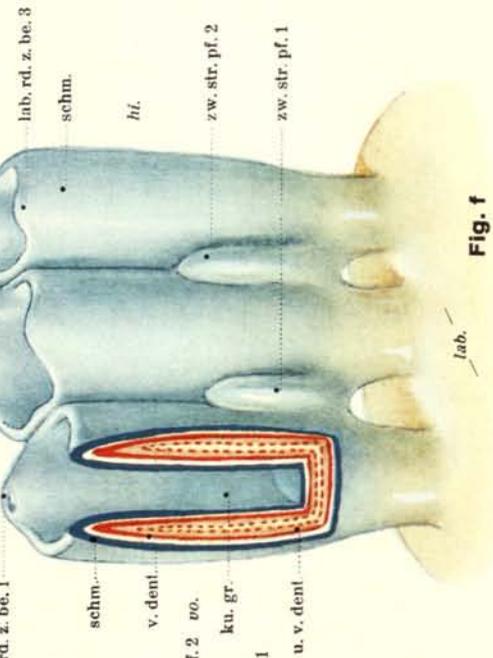
**Fig. c'**



**Fig. d**



**Fig. e**



**Fig. f**

organstiel in Verbindung. Die beiden Schnitte gehen ziemlich in der Mitte durch die Anlage hindurch. Wir treffen zufolgedessen da, wo eine Kundengrube bereits angelegt ist, die Anlage des Kundengrubengrundes, was deutlich in der mittleren Partie der Anlage der Fall ist. Wir haben mit einem Pfeilstrich die Lage der Sekundärpapille des mittelständigen Zahnbechers, dessen Kundengrubengrund und ein Anschnitt einer seitlichen Becherwand mitten in der Schmelzpulpa sichtbar werden, angedeutet und gleichzeitig auch die beiden Stellen vorn und hinten mit Pfeilen in der Anlage angegeben, die zur Ausbildung weiterer sekundärer Papillen innerhalb der Primärpapille herangezogen werden.

Da die mittlere Papille der Anlage in der Entwicklung den beiden nebenstehenden Papillen vorausseilt, so treffen wir an ihr auf mehr bukkal geführten Schnitten (Fig. 3 und 4) bereits relativ hohe Becherwände, während die Wände des ersten und dritten Bechers entsprechend noch in einer weniger weit vorgerückten Ausbildungsform vorzufinden sind. Sie sind in ihren Randteilen niedriger gebaut. Da die Schnittrichtung zu der Becherachse eine etwas geneigte ist, so erscheint am mittelständigen Becher auf einem der oberflächlichsten Schnitte (Fig. 3) noch das Lumen der Kundengrube in Form eines breiten charakteristisch umformten Querschnittes. Links und rechts davon erscheinen auf den Schnitten die niedrigen Wände der Komponenten 1 und 2 der Zahnanlage.

*bb) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 14,5 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XIX, Fig. 1.

Wir lassen nun einen Längsschnitt durch eine Zahnanlage eines 14,5 cm langen Rinderfötus folgen. Der Schnitt ist der Bukkal- bzw. Lateral-Schnittreihe der Schnittserie entnommen. Wir sehen von der dreibeckerigen Zahnanlage die beiden bukkalen Wände der ersten und zweiten Zahnkomponente, vom dritten hintersten Becher nur noch ein Teilstück der nach der medianen Seite umgebogenen gekrümmten Becherwandung. Das Studium der einzelnen Schnitte der Serie ergibt, dass, wie der angeführte Schnitt zeigt, die zweite Komponente am weitesten in der Entwicklung fortgeschritten ist, eine Tatsache, welche mit den Befunden der Röntgenaufnahmen und den Beobachtungen über die Verkalkung der einzelnen Teile der Anlage vollkommen übereinstimmt.

Man sieht die Wand des mittleren Zahnbechers einen ansehnlichen Teil der durch die Umgrenzung des Schmelzorganes in den Umrissen abgezeichneten Anlage beschlagen. Die aus Pulpagewebe bestehende Becherwand wird gegen die Schmelzpulpa des Schmelzorganes hin

hervorgehen, die, je nach dem jeweiligen Zahntypus, entweder einfach bleiben oder in der Folge dem Prozess der Aufsprössung unterliegen.

<sup>2</sup> Auch beim dreikomponentigen Backenzahn (mandibularen Prämolaren) handelt es sich ursprünglich um eine einheitliche Stammanlage, wie wir ausdrücklich hervorheben möchten, nicht um eine sekundäre Vereinigung selbständiger Einzelzahn-Anlagen. Ein ähnliches Verhalten, so will uns scheinen, liegt offenbar bei der Entwicklung und Differenzierung des Elefantenbackzahnes vor. Wir dürfen beim Rind also nicht, wie es ROESE (1894) für die Proboscidier leider getan hat, etwa die einzelnen Lappen («Sekundärpapillen») unserer Stamm-papillen miteinander vergleichen oder einander als gleichwertige Zahnanlagen gegenüberstellen («Bei den heutigen Elephanten entspricht also jede Lamelle eines Molaren ungefähr den seitlichen Endgliedern einer Dentition.» ROESE, C.).

Unsere Ansichten bezüglich Wertigkeit der einzelnen Zahnanlagen und Teilanlagen von Zähnen beim Rind stossen auf eine ganz entsprechende Auffassung bei DRIAK (1934), der an Hand eines makroskopisch und röntgenologisch durchgearbeiteten Materials von 18 Elefantenkiefern mit Mahlzähnen zur Erkenntnis gelangt (in Übereinstimmung mit der Ansicht von BOLK), dass der ganze Elefantenmolar ein einziges Schmelzorgan besitzen muss und entwicklungsgeschichtlich als eine Einheit zu betrachten ist («lebenslänglicher Nachschub neuerer Zähne . . . aus endloser Reserve»). DRIAK stimmt mit BOLK darin überein, dass beim Elefantenbackzahn von einer Verwachsung mesenchymatöser Grundsubstanzen keine Rede sein könne, und dass es (und darin stimmen unsere Befunde beim Rindermolar überein) nur bei den Hartgebilden zu einer wirklichen Konkreszenz komme.

vom relativ stark entwickelten innern Schmelzepithel umsäumt. Unter diesem Epithel verläuft die Odontoblastenschicht.

Das innere Schmelzepithel an der Wand des ersten Bechers weist nicht die nämliche Dicke auf. Die Wand ist auch im Vergleich zur Wandhöhe des mittleren Bechers niedriger.

Vom dritten Zahnbecher ist die Spalte der Kundengrube zu sehen, die vom Gewebe des Schmelzorgans ausgefüllt wird. Man sieht letzteres bis zum Grunde des Bechers vorstossen, während, wie gesagt, noch ein Stück der aufsteigenden, nach hinten den Abschluss des Bechers herbeiführenden Seitenwand zu sehen ist.

Auch zwischen der Wand des ersten und zweiten Bechers dringt Schmelzpulpa vom Schmelzorgan nach der Basis der Anlage hin vor.

*cc) Die Verhältnisse an zwei von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 16,7 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XIX, Fig. 2 und 3.

Ein ganz ähnlicher Schnitt, wie wir ihn eben besprochen haben, liegt in Fig. 2, Taf. XIX, vor, wo ebenfalls die drei bukkalen Becherwände durchschnitten wiedergegeben sind und die Aussagen in bezug auf das Vorseilen der mittleren Komponente der Zahnanlage in der Entwicklung ihre Bestätigung finden. Da die Zahnanlage zur Schnittebene etwas schief steht, ist die Wand des hintersten dritten Bechers nicht ganz voll getroffen.

In der Becherwand des mittleren Bechers (Komponente 2 der Anlage) ist ein kleiner, aber bereits auf eine Kundengrubenanlage sich beziehender Anschnitt zu sehen, der in einem noch mehr median geführten Schnitt der Serie deutlich in Erscheinung tritt (Fig. 3).

In Fig. 3, Taf. XIX, demonstriert der Längsschnitt durch die Anlage weit besser die Bechernatur der einzelnen Komponenten als der vorige mehr bukkal geführte Schnitt. Da im Hinblick auf die Vertikalen der Zahnbecher der Schnitt etwas schief geführt ist, so sind zum Teil die Kundengruben (Grube des 1. und 2. Zahnteiles) in schiefen Querschnitten zu sehen.

Bei Betrachtung der Wand des mittleren Bechers zeigt sich ein Spaltraum, der einen Teil des Lumens der Kundengrube wiedergibt. Der Hohlraum ist mit Pulpagewebe des Schmelzorgans angefüllt und die inneren Wände des Bechers werden allseitig vom innern Schmelzepithel, das später die Schmelzsubstanz zur Absonderung bringt, ausgekleidet. Unterhalb des Schmelzepithels sieht man übrigens auch die Odontoblastenschicht verlaufen, die gegen die Schmelzschicht das unverkalkte, später das verkalkte Dentin ausscheidet.

Interessant gestalten sich die Verhältnisse im Bereich des ersten Zahnbechers, an welchem zufolge der schiefen Schnittrichtung ein Stück der seitlichen hinteren Wand und ein oberes Stück der bukkalen Aussenwand des Kelches zu sehen sind. Diese Wandteile umfassen die wiederum mit Schmelzpulpagewebe angefüllte Kundengrube. Auch hier beteiligt sich an der Kundengrubenauskleidung das Schmelzepithel, auf das nach innen zu die Odontoblastenschicht folgt.

*cc') Die Verhältnisse an 3 labio-lingual geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 17,6 cm langen Embryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XXXI, Fig. 1--3.

Es seien aus einer Schnittserie nunmehr 3 labio-lingual geführte Längsschnitte durch die Zahnanlage wiedergegeben, die der Serie der Schnitte durch die 3 verschiedenen miteinander vereinigten Einzelbecher entnommen sind und diese maximal getroffen wiedergeben. Auf allen 3 Schnittbildern ist deutlich die Kundengrube wahrzunehmen, ungestellt von der bukkalen und lingualen Becherwand. Der in der Entwicklung am meisten fortgeschrittene Becher ist, wie leicht sichtbar, der mittelständige, während der vordere und der hintere, namentlich aber der vordere, in der Differenzierung ihm noch nicht gleichkommen.

Fig. 1 gibt den Durchschnitt durch die erste Komponente der zusammengesetzten komplexen Zahnanlage. Die beiden Becherwände sind noch relativ niedrig, werden allseitig umhüllt vom Schmelzorgan und in die Kundenanlage, die, wie die übrigen Randteile, vom inneren Schmelzepithel ausgekleidet ist, dringt die Schmelzpulpa vor, sie vollständig ausfüllend. Bereits zeigt sich über dem Eingang der Kundengrube eine leichte Einstülpung des äusseren Schmelzepithels und eine leicht angedeutete Leistenanlage in der Schmelzpulpa weist auf den später erfolgenden Teilungsprozess innerhalb des Schmelzpulpagewebes hin.

Fig. 2 gibt den Durchschnitt durch die weit stärker entwickelte Becheranlage des 2. Zahnbechers wieder. Die Wände des Bechers sind ausserordentlich scharf abgegrenzt und der grösseren Länge der Zahnbecherwände entsprechend, reicht die Kundengrube in diesem Schnitt weit tiefer herab. Die stärkere Entwicklung der Anlage bekundet sich im Auftreten von einer verkalkten Dentinschicht am Rand der bukkalen Becherwand. Mit aller Deutlichkeit tritt in der die Kunde ausfüllenden Schmelzpulpa das «Schmelzseptum» oder «Schmelzstrang»,<sup>1, 2</sup> nach uns eine Aufteilungsleiste im Schmelzgewebe (Schmelzzelleiste), in Erscheinung und der Schnitt lässt ohne allen Zweifel den Zusammenhang dieser Differenzierung mit der Einsenkung im äusseren Schmelzepithel erkennen.

In Fig. 3 erscheint der aboral gelegene dritte Zahnbecher. Er zeigt ein ähnliches Verhalten wie der mittelständige, ist, wie gesagt, in der Entwicklung dem ersten Becher etwas voraus, steht aber genetisch hinter dem mittelständigen Becher. Wiederum erscheinen die beiden Becherwände, die Kundengrube, das Schmelzorgan und die Zahnsäckchenanlage. Sehr deutlich erscheint auch die Zahnleiste<sup>3</sup> mit der lingual von ihr abzweigenden «Nebenleiste»<sup>4</sup>, und man kann mit aller Deutlichkeit auch den immer mehr und mehr sich zurückbildenden unteren

---

AHRENS (1913) sieht ebenfalls an den der Differenzierung unterworfenen Anlagen der Eck- und Backzähne beim Menschen im Innern der Schmelzpulpa einen das äussere und innere Schmelzepithel verbindenden Strang verdichteten Gewebes auftreten. Er ist der Ansicht, dass dieser Schmelzstrang die bukkale Schmelzrinne tiefer einzieht und so die Höckerbildung mechanisch beeinflusst.

<sup>2</sup> AHRENS hat unabhängig von BOLK die Bildung, die BOLK als «Schmelzseptum» bezeichnet, ebenfalls beobachtet, aber mit dem Namen «Schmelzstrang» belegt, weil sie, in der Schmelzpulpa gelegen, kein «Septum», keine Scheidewand darstellt, sondern einen einfachen Strang.

<sup>3</sup> Über das weitere Schicksal der Zahnleiste berichtet HOFFMANN (1894): «Der Zusammenhang der Zahnleiste in der Region des Pd. 4 (unserm pr. 1<sup>d</sup>) ist sowohl im Unter- wie auch im Oberkiefer stark gelockert. Bei einem 12,5 cm langen Embryo ist Abschnürung der Zahnleiste (im Unterkiefer) also zuerst in der Region des Pd. 4 vollendet und schreitet von hier an in dorsaler Richtung weiter. Etwas später beginnt, ebenfalls in dorsaler Richtung sich fortsetzend, die Abschnürung der Zahnleiste im Bereich der unteren Vorderzähne.

Im Oberkiefer geht dieselbe in der Backenzahnggend in der gleichen Weise vor sich wie an der korrespondierenden Stelle des Unterkiefers.

Die Abschnürung der Zahnleiste im Unterkiefer ist also zuerst in der Region des Pd. 4 vollendet und schreitet von hier aus in dorsaler Richtung (am Unterkiefer) weiter. Etwas später beginnt ebenfalls in dorsaler Richtung sich fortsetzend die Abschnürung der Zahnleiste im Bereich der unteren Vorderzähne».

HOFFMANN (1894) weist, wie übrigens LECHE vor ihm, darauf hin, dass der in linguale Richtung wachsende Teil der Zahnleiste (Ersatzleiste) noch keineswegs der Anlage des bleibenden Zahnes selbst entspricht, sondern zu diesem nur in demselben Verhältnis steht, wie die einfache Zahnleiste zu den Milchzähnen, also die Matrix darstellt, von welcher der Ersatzzahn erst sekundär seinen Ursprung nimmt.

<sup>4</sup> Wir möchten mit AHRENS davor warnen, die in Form und Zahl so ausserordentlich wechselnden Nebenleisten der Hauptzahnleiste als Zahnkeime bestimmter Dentitionen anzusprechen und in ihnen Teilkomponenten von Anlagen zu erblicken, die aus der Verbindung (Konkreszenz) jener mit in der Entwicklung wirklich als Zahnkeime verfolgbaren Anlagen hervorgegangen sein sollten. Wir warnen vor der Ansprechung jener «Nebenleisten» mit mehr oder weniger noch nicht ausgebildeten Zahnkeimen (praelakteale Anlagen) und sie zu Stützen irgend welcher Theorien heranzuziehen, von denen AHRENS in seiner Arbeit gesagt hat: «Wer einmal derartige Falten und Nebenleisten an Rekonstruktionsmodellen gesehen hat, wird ihre mechanische Erklärung durch den Druck des wachsenden Schmelzorganes als die natürlichste ansehen».

Leistenteil wahrnehmen, der bald die Zahnanlage von der Zahnleiste freigibt <sup>1, 2, 3, 4</sup> (Abschnürung des Zahnkeims).

*dd) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 18,7 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XIX, Fig. 4.

Ein ähnlicher Schnitt, nur noch günstiger geführt als der vorige, gibt Fig. 4 auf Taf. XIX wieder. Der Schnitt geht mitten durch alle drei Zahnbecher hindurch, zeigt zufoigedessen an sämtlichen Zahnkomponenten die Kundengruben mit ihren seitlichen Wandteilen und den Kundengründen. Die Zahnbecher sind alle nach der distalen Seite hin offen. Die gegenüber dem vorderen und hinteren Becher an der mittleren Zahnkomponente feststellbare fortgeschrittenere Differenzierung kommt vor allem in der Beschaffenheit eines dickeren Schmelzepithels zum Ausdruck, sowie in der besonders deutlichen Entwicklung der Odontoblastenschicht in der Zahnpulpa. Das äussere Schmelzepithel des Schmelzorgans zeigt über dem mittleren Zahnbecher eine Auflockerung in seinem Zellbestand. Auch an den Bechern 1 und 3 ist, im Gegensatz hiezu, das innere Schmelzepithel im Bereich des Kundengrubengrundes verdickt, wenn auch nicht in so auffälliger Weise wie im Bereich des Kundengrundes am mittleren Becher.

*ee) Die Verhältnisse an zwei von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 23,0 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XX, Fig. 1 und 2.

Ein weiter in der Entwicklung fortgeschrittenes Stadium der Zahnbildung wird in Fig. 1, Taf. XX, festgehalten. Die Prämolare pr. 4<sup>d</sup>-Anlage gelangt in einem Längsschnitt zur Darstellung. Der Schnitt geht durch die Kundengruben der Zahnbecher 1 und 2 und ferner durch die eine Seitenwand des Zahnbechers 3. Der weitaus am meisten entwickelte Becher ist wiederum der mittlere Zahnkelch, dessen Becherlumen in voller Ausdehnung wahrzunehmen ist. Der Becher wird nach der distalen Seite der Anlage hin geräumiger. Der Becher ist vom innern Schmelzepithel ausgekleidet, das am Grunde der Grube noch flächenhaft angeschnitten wird, da es der aufsteigenden lingualen Becherwand, deren obere distale Partie ebenfalls in der Schnittfläche erscheint, anliegt. Neben einer seitlichen Wandstelle gelangt nämlich auch noch der obere Teil der mittleren Hauptleiste an der lingualen Becherwand zum Schnitt, an deren freiem Rand unter dem Schmelzepithel ein deutlicher Pulpa- und Dentinstreifen und die Odontoblastenschicht anzutreffen sind. Der ganze Becher ist mit Schmelzpulpagewebe angefüllt.

<sup>1</sup> Nach HOFFMANN (1894) geht die Abschnürung der Anlagen der Milchbackenzähne progressiv von hinten nach vorn vor sich. Diese Beobachtung muss ich bestätigen. Im Oberkiefer ist es üblicherweise die Prämolare pr. 4<sup>d</sup>-Anlage, welche selbst auf ganz jungen Stadien der Gebissentwicklung allen andern Anlagen in der Entwicklung vorangeht.

<sup>2</sup> ROESE und BARTELS (1896) heben mit Nachdruck hervor, dass mit dem Eintritte der sog. «knospenförmigen Anschwellung» keineswegs die Zahnanlage schon deutlich von der Zahnleiste abgesondert ist. Erst nach dem Weiterwachsen der Ersatzzahnleiste hinter den glockenförmigen Zahnanlagen sind die letzteren morphologisch von der gemeinsamen Zahnleiste abgesondert.

Diese Beobachtungen werden durch unsere Untersuchungen bestätigt. Nach unseren Beobachtungen erfolgt die Abschnürung der Zahnkeime in der Weise, dass die zuerst gebildeten Anlagen auch zuerst abgeschnürt werden, also im Unterkiefer zuerst am Zahnkeim pr. 4<sup>d</sup>.

<sup>3</sup> Die Abschnürung des Schmelzorgans von der Zahnleiste besteht nach AHRENS (1913) in einem gleichzeitig von vorn nach hinten unter einsetzendem Abfaltungsprozess des Schmelzorgans, durch den das erstere eine selbständige linguale Wand enthält.

<sup>4</sup> AHRENS findet, dass die Abschnürung nicht gleichzeitig, sondern in der Reihenfolge allmählich von den Schneidezähnen über die Eckzähne bis zu den Molaren hin sich vollzieht.

Der vordere Zahnbecher ist in ähnlicher Weise getroffen wie der mittlere Becher. Auch er wird vom Gewebe des Schmelzorgans erfüllt, das den Grubengrund und die angeschnittenen Seitenwände des Bechers überdeckt.

Die nämliche, dem gleichen Föten angehörende Anlage führt ein noch mehr bukkal gelegener Längsschnitt der Serie vor (Taf. XX, Fig. 2). Bereits gelangen die bukkalen aufstrebenden Wände der einzelnen Zahnbecher zum Anschnitt, die vom Mantel des Schmelzorgans umkleidet werden. Vom letztern abgesehen, sind diese Wände bereits mit Schichten verkalkten Dentins ausgerüstet, unter denen die Odontoblastenzellen wahrzunehmen sind. Es zeigt sich, dass das Dentin früher zur Ablagerung gelangt als die Schmelzsubstanz, deren Bildungsepithel (inneres Schmelzepithel) gegenüber dem äusseren Schmelzepithel zwar eine beträchtliche Dicke aufweist, die aber noch nicht in harter Masse ausgeschieden ist. Ein Teil der Kundengrube des zweiten, mittleren Bechers, ist auf dem Schnitt ebenfalls zu sehen. Sie wird von der vordern seitlichen Becherwand zu einem nach oben geöffneten Hohlraum umfriedigt. In den Bechermund taucht zu oberst das unter der Epidermis gelegene Bindegewebe ein, das dem äusseren Schmelzepithel aufliegt und in dem Masse, wie das zwischen äusserem und innerem Schmelzepithel ausgebildete Pulpagewebe aufgelöst wird und schwindet, näher an die vereinigten Schmelzorganschichten (Schmelzepithelien) tritt. Vom Becher 1 und 3 sind die bukkalen Becherwände zu sehen.

*ff) Die Verhältnisse an drei horizontal geführten Querschnitten durch die Zahnanlage eines 26,0 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXI, Fig. 1, 2 und 3.

Fig. 1 auf Taf. XXI gibt einen ziemlich bukkal randständigen Serienschchnitt durch die Prämolare  $pr. 4^d$ -Anlage eines 26,0 cm langen Rinderföten wieder. Das Bild zeigt den mittleren der drei Zahnbecher in der Weise vom Schnitt erfasst, dass der obere Teil der bukkalen stark nach aussen gebogenen Becherwand im Schnittbild zu sehen ist. Von den seitlichen Wandpartien sind mit je einer Unterbrechung die vordere und hintere Seitenwand in ihrer basalen Partie angeschnitten und im Bilde sichtbar. Der Schnitt geht aber auch schief durch die Kundengrube hindurch, und es ist der Anschnitt der beiden zusammenstossenden, die Schmelzorganschichten nach innen begrenzenden inneren Schmelzepithelien zu sehen. Der vordere Zahnbecher ist unvollständiger durch den Schnitt zur Darstellung gelangt, nicht so aber der hintere Becher, dessen bukkale Becherwand in voller Ausdehnung zu sehen ist.

Sehr instruktiv und beweisend für die Zusammensetzung der Anlage aus becherartigen Komponenten sind Querschnitte durch ein frühes Stadium der Zahnentwicklung (Fig. 2 und 3). Wir lassen nun die Beschreibung zweier solcher Schnitte folgen, die dem gleichen Rinderfötus angehören und in den Serienschchnittbestand in der Weise sich einordnen, dass der erste Schnitt (Fig. 2) einen solchen wiedergibt, der näher dem Anfang der distal begonnenen Schnittserie, der zukünftigen Kauflächenebene, gelegen ist, während das zweite Bild (Fig. 3) der Wiedergabe eines tiefer gelegenen, mehr proximal und basal geführten Schnittes gleichkommt.

Auf dem ersten Querschnitt durch den Kiefer (Fig. 2) sind nur die beiden Querschnitte des zweiten und dritten Zahnbechers zu sehen; der erste Becher reicht in seinen distalen Becherwandteilen nicht so weit distal hinauf, wie die beiden nachfolgenden Zahnkelche, weswegen er auf dieser Schnitthöhe vom Messer nicht erreicht wird. Die Querschnitte der beiden getroffenen Becher führen diese als zwei voneinander getrennte, nach der vorderen Seite hin aber offene Becher vor. Der zweite, mittelständige Becher zeigt die am weitesten differenzierten Kelchwände. Von innen nach aussen sind wahrzunehmen: das Schmelzepithel, das verkalkte Dentin, die Odontoblastenschicht, der sich das Pulpagewebe anschliesst. Die der Bukkalseite zugekehrte Wandung zeigt den bedeutenderen Querschnittsdurchmesser in den Hartschichtlagen. Die Wand erscheint in dieser Region noch wenig ausgebuchtet. Die linguale (mediale) Wand weist nach der bukkalen und lingualen Seite hin starke Auftreibungen auf,

die in disto-proximaler Richtung an der innern und äussern Becherwandfläche in Erscheinung treten. Da die Wandflächen von oben nach unten auseinander weichen, umgrenzen diese Ausbuchtungen an ihren Oberflächen immer grössere Flächen von Pulpagewebe, je tiefer der Schnitt durch die Zahnanlage gelegt ist. Die Kundengrube wird dadurch nach unten mehr und mehr eingeengt. Nach aussen und innen ist jede Becherwand vom Schmelzorgan umkleidet. Das äussere und innere Schmelzepithel liegen der Oberfläche der Becherwände hart an und weichen zufolge der Anwesenheit der Schmelzpulpa nur in den seitlichen Partien stärker auseinander. Der zwischen der bukkalen und lingualen Wand gelegene Spaltraum ist ziemlich klaffend und der grösste Teil dieses Raumes von Bindegewebe eingenommen, das von oben her in den Becher eindringt. Wichtig ist die Feststellung, dass auf dieser Schnitthöhe die Becherwände noch keinen absolut geschlossenen Kelch bilden, dass nach vorne der Becher offen und auch nach hinten die Verschmelzung der bukkalen mit der lingualen Wand noch nicht eingetreten ist. Wiewohl die Wandkanten hart nebeneinander liegen, werden sie doch noch vom Gewebe des Schmelzorgans getrennt.

Der dritte Becher, der hinterste, zeigt den kleineren Querschnitt. Er ist noch nicht so weit entwickelt wie der mittlere. Die weniger weit fortgeschrittene Entwicklung gibt sich übrigens auch am Verhalten der Becherwände kund, die wohl das Schmelzepithel, nicht aber das bereits verkalkte abgesetzte Dentin aufweisen. Zum Unterschied des zweiten Bechers nimmt ausschliesslich das Gewebe des Schmelzorgans den Spaltraum ein. Im übrigen ist der Becher, da etwas höher als der zweite gelegen, auf dieser Schnitthöhenlage nach hinten bereits geschlossen, nur nach vorne zu offen.

Der tiefer geführte Schnitt durch den ganzen Zahn (Taf. XXI, Fig. 3) zeigt alle drei Zahnbecher im Querschnitt, neben den beiden hintern auch den vordern Becher. Während die beiden Becher 1 und 2 noch im Querschnitt die typische Bechergestalt verraten und ihre Wandteile die mit Schmelzpulpagewebe angefüllte Kundengrube umschliessen — im Innern des mittelständigen Bechers wird die Kundengrube, da der Schnitt nahe am Kundengrubengrund gelegt ist, ausschliesslich mit Gewebe des Schmelzorgans angefüllt, wogegen die Schichtlage des Bindegewebes, da nicht mehr so weit hinabreichend, im Bilde nicht mehr erscheint — so ist der eigentliche Becher der dritten Zahnkomponente mit seiner wenig tiefen Kunde bereits «aufgeschnitten», und es tritt nur noch der dem Becher als Grundlage dienende Teil der einheitlichen Papillarkörperanlage in Erscheinung. Der vorderste Zahnbecher ist nach vorne zu klaffend. Er besteht im Vergleich zum mittelständigen Becher noch aus viel dünneren Wandteilen, die auch von einem relativ dicken Hüllmantel des Schmelzorgans umgeben sind. Zwischen den innern Epithelien der Schmelzorganhüllen beider Becherwände tritt ein schmaler Streifen von Bindegewebe auf. Interessant und auffallend ist die Tatsache, dass, wie der mittlere Zahnbecher zeigt, die Wandverstärkung am  $\overline{\text{pr.4}}$  des Unterkiefers an der äusseren bukkalen Becherwand zuerst einsetzt (Abscheidung von verkalktem Dentin) und die bukkale Becherwand gegenüber der lingualen Becherwand besser mit Hartsubstanzen ausgerüstet ist. Damit steht im Einklang die Feststellung, dass bei der Abnützung der bukkale Rand von Anfang an von der Medianen nach der Lateralen abfallenden Kaufläche zuerst beim Mahlausschlag des Unterkiefers mit den Innenwänden der Zähne des Oberkiefers in die Reibung einbezogen und bezüglich Resistenz- und Dauerfestigkeit auf Probe gestellt wird.

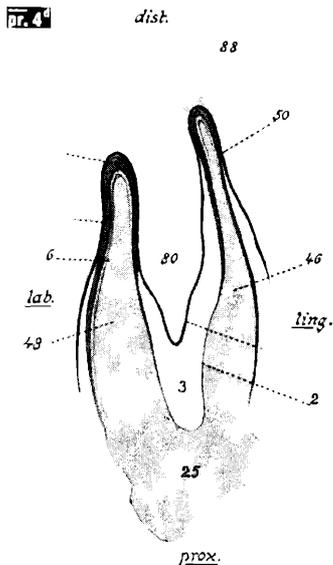
*ff') Die Verhältnisse an einem labio-lingual geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 29,5 cm langen Rinderembryos.*

Hierzu Textfig. ff' (Unterkiefer).

Aus einer Serie von Schnitten durch die Zahnanlage  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  wählen wir einen, der durch die hinterste der drei den Zahn zusammensetzenden Komponenten geht.

Wir sehen einen deutlichen Becher, dargestellt von einer bukkalen und lingualen Wandhälfte, eine sehr tief hinabreichende und von Schmelzpulpa<sup>1</sup> und Schmelzepithelien beschickte Kunde,

### Textfigur ff' (Unterkiefer).



pr. 4d, rechter Unterkiefer.

Ri. 311 ♀. 29,5 cm K. S. L. labio-lingualer Längsschnitt durch die 3. (hinterste) Zahnkomponente. Vergrößerung im Maßstab 1:6,5.  
Se. 36. Schnitt 652.

dist. = distal                      lab. = labial (bezw. bukkal)  
prox. = proximal                 ling. = lingual

- 1 = äusseres Schmelzepithel
- 2 = inneres Schmelzepithel
- 3 = Schmelzpulpa
- 6 = Odontoblastenschicht
- 7 = Dentin
- 25 = Pulpa
- 46 = linguale Becherwand
- 48 = labiale Becherwand
- 50 = Schmelz (Substantia adamantina)
- 80 = Kundengrube, gebildet von der 3. Zahnkomponente
- 88 = Schmelzknoten (Abschnürung vom Stratum corneum == « Epithelperlen »)

### Textfigur ff' (Unterkiefer)

in welche aber bereits das Bindegewebe eindringt. Die linguale Wand überragt an Höhe naturgemäss die bukkale. Interessant auf diesem Schnitt ist ein Vorkommnis, das auf die Ausbildung von Epithelperlen Bezug hat. Man sieht nämlich am Kundengrubeneingang drei abgeschnürte

HOFFMANN (1894) schildert am Schmelzorgan die im Zentrum beginnende und nach der Peripherie fortschreitende allmähliche Umwandlung der zentralen Stellen des Stratum corneum. Es geschieht dies dadurch, dass die genannten Zellen eine als Interzellulärsubstanz anzusprechende, aber nicht sich färbende Flüssigkeit ausscheiden.

In bezug auf die Bedeutung der Schmelzpulpa äussern sich ROESE und BARTELS (1896) wie folgt:

«Über die Bedeutung dieser Schmelzpulpa gehen die Ansichten noch auseinander. HOFFMANN betrachtet sie lediglich als Platzhalter für die sich vergrössernde Papille, bestreitet jede Bedeutung derselben für die Schmelzbildung und will darum den Namen «Schmelzpulpa» gänzlich aus der Namenkunde ausgemerzt wissen. HOFFMANN übersieht aber ganz, dass die Schmelzpulpa häufig noch gut ausgebildet erscheint, wenn schon die Zahnbeinbildung im Gange ist und die Spitze der Papille sich nicht mehr vergrössern kann.»

Der Umstand, dass sich die Sternzellenschicht bei Wiederkäuern ziemlich frühzeitig zurückbildet, ist bedeutungslos. Es muss im Gegensatz zu HOFFMANN daran festgehalten werden, dass die Schmelzpulpa der «Platzhalter» für den heranwachsenden Schmelz und ein zwischen die Zylinderzellen des produktiven inneren Schmelzepithels und das blutgefässreiche Zahnsäckchen eingeschaltetes Isolierorgan ist.

Wir sind der Ansicht, dass die Meinungen der beiden bzw. drei Autoren nicht so sehr auseinandergehen, wie es eben den Anschein haben könnte, treffen sich doch beide Meinungen in dem einen Punkt, dass die Schmelzpulpa höchstwahrscheinlich mechanisch-statischen Funktionen genügt, eine Ansicht, die wir nur teilen möchten, zumal das Dach des Schmelzorganes geraume Zeit nicht von den Einstülpungen des Papillarkörpergewebes zwecks Bildung von Kundenanlagen betroffen wird und die Schmelzpulpa das sich vergrössernde Lumen bis zum Vorstoss des Bindegewebes ausfüllt.

Wir glauben den Ausdruck «Schmelzpulpa» weiterhin anwenden zu müssen, obwohl nach HOFFMANN (1894) er fallen gelassen werden sollte, da nach seiner Ansicht dieselbe nicht den geringsten Einfluss auf die Schmelzbildung ausübe.

AHRENS (1913) hält das Epithel als das einzig und allein formgebende Element bei der Zahnkeimbildung:

«Das Epithel ist einzig und allein das formgebende Element. Es ist aufzufassen als eine Platte, die in dem völlig indifferenten Kiefermesenchym liegt und sich nach jeder Richtung hin ein- bzw. ausbiegen kann, und wir müssen uns die Entstehung einer Zahnanlage so vorstellen, dass primär sich die Schmelzleiste faltet, und dass dann erst sekundär die Papille in die entstehenden Ausbuchtungen sich vorschiebt.»

Knoten von kornealem Epithelgewebe, die wir als die sog. «Schmelzperlen» zu deuten haben. Diese epithelialen Abschnürungen lagern sich über den Kundengrubeneingang und dürften eine Differenzierung sein, welche der Anlage des Zahnes einen Schutz gegen mechanische Einflüsse bietet und ein Zusammenfallen der beiden Becherwände erschwert oder verunmöglicht, sahen wir doch diese Bildungen in unseren Serien auch wiederholentlich im Innern der Kundenanlage.

*gg) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 34,5 cm langen Rinderföten.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XXII, Fig. 1.

Die einer einheitlichen Grundanlage angehörenden Zahnbecher treten uns in ihren lingualen Wandteilen deutlich in Fig. 1 auf Taf. XXII entgegen. Die hinsichtlich Entwicklung der Hartteile am weitesten fortgeschrittene Wand ist die Wand des mittelständigen Zahnbechers, an der die vereinigten Epithelien des Schmelzorgans (äusseres und inneres Schmelzepithel) nicht nur an der freien Randzone des Bechers am meisten Schmelzsubstanz abgeschieden haben, sondern auch da, wo von Seiten der Odontoblastenschicht auch die stärkste Dentinablagerung im distalen Bereich der Zahnbecherwand festzustellen ist. Das Schmelzorgan als solches mit innerem und äusserem Schmelzepithel und dazwischen gelagerter Schmelzpulpa ist in den proximalen Zwischengebieten zwischen den Becherwänden allein noch erhalten, während es in den distalen Partien um die Becherwände herum nur noch in Form eines aus innerem und äusserem Schmelzepithel bestehenden epithelialen Überzuges in Erscheinung tritt. Die Schmelzpulpa ist hier zur Reduktion gelangt. Dass der abgelagerte Schmelz und das Dentin nunmehr als Schichten auch am Aufbau der basalen Partien der Becherwände der Zahnkomponenten beteiligt sind, zeigen Stellen auf Längsschnitten, wo die einzelnen Schichten zufolge der Schnittrichtung im schiefen Querschnitt an den Wänden zutage treten, wie z. B. an der Becherwand der Komponenten 2 und 3 um das angeschnittene Lumen der Kundengrube (ähnliches demonstriert Taf. XXIII, Fig. 1; Taf. XXII, Fig. 2; Taf. XXIII, Fig. 2).

*hh) Die Verhältnisse an drei von vorn nach hinten geführten Längsschnitten durch die Zahnanlage eines 38,0 cm langen Rinderföten.*

Hierzu Mikr. Atlas, Taf. XXIII, Fig. 1, Taf. XXII, Fig. 2 und Taf. XXIII, Fig. 2.

Wir lassen drei Längsschnitte durch einen Prämolare  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  folgen, die den Zahn in den Becherwandteilen und in der Kundengrubengegend angeschnitten wiedergeben. Die Schnittrichtung liegt zur vertikalen Kelchachse der einzelnen Becher etwas schief, sodass die einzelnen Zahnbecher in eine Serie von Längsschnitten zerlegt werden, die von vorn nach hinten und von oben innen nach unten aussen die Anlage zum Anschnitt bringen.

Auf den beiden ersten Bildern (Taf. XXIII, Fig. 1 und Taf. XXII, Fig. 2) sind bei jedem der drei Becher (der hintere Becher ist allerdings in beiden Abbildungen nicht vollständig) der angeschnittene obere Teil der lingualen Becherwand und der angeschnittene untere Teil der bukkalen Becherwand zu sehen, dazwischen die schief durchschnittenen, mit Bindegewebe erfüllten und von Schmelzepithel ausgekleideten Lumina der Kundengruben.

Auf Taf. XXIII, Fig. 2, gelangen die längs durchschnittenen bukkalen Becherwände am Prämolare  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  des nämlichen Föten zur Reproduktion mit den noch vom Schmelzorgan belegten Kundengrubengründen.

Die mikroskopischen Bilder dieser aus der Serie ausgewählten Schnitte verschaffen einen lehrreichen Einblick in die bauliche Strukturbeschaffenheit der den Zahn aufbauenden Komponenten. Man erkennt ohne weiteres, dass die Aussen- und Innenpartien jeder Becherwandung nach demselben Schema aufgebaut sind, dass z. B. an der lingualen Becherwand die äussere

(linguale) Wandschicht von aussen nach innen aus dem Schmelzepithel, der Schmelzsubstanz, dem verkalkten und unverkalkten Dentin, den Odontoblasten und dem Pulpagewebe besteht, und dass die innere der Kundengrube anliegende Wandung der lingualen Becherrandfalte von innen nach aussen diese Schichten in der nämlichen Reihenfolge aufweist (Taf. XXIII, Fig. 1, Taf. XXII, Fig. 2).

Die gleichen Verhältnisse lassen sich auch an der bukkalen Becherwand in bezug auf die Schichtenfolge an den beiden Wandungen des Zahnkelches feststellen (Taf. XXIII, Fig. 2). Da die Wände kegelförmige Gestalt besitzen und die distalen Partien an ihnen auf Grund der Tätigkeit des Schmelzepithels und der Odontoblastenschicht zuerst die Hartsubstanzen zur Ausscheidung bringen, so zeichnen sich die distalen Randstellen, d. h. die später unmittelbar zuerst zur Abnutzung gelangenden Teile der Zahnbecher, gegenüber mechanischen Einflüssen durch die grösste Resistenz aus. Gegen die Basis der Zahnanlage hin nimmt die Mächtigkeit sowohl der Schmelzschicht wie der Dentinschicht mehr und mehr ab, bis schliesslich das Produktivorgan des Schmelzes, das Schmelzepithel, und das Produktivorgan des Dentins, die Odontoblastenschicht, einander ganz nahe treten (\*). Diese Stellen sind es nun, von welchen aus gerade das Wachstum des Zahnes am meisten gefördert wird. Dadurch ist dem Zahn durch Anlagerung von immer wieder neuen Hartsubstanzen die Möglichkeit geboten, nicht nur in seinen einzelnen Teilen, d. h. in den einzelnen Komponenten, in distaler Richtung auszuwachsen, sondern er kann auch in den einzelnen Bechern in ganz entsprechender Weise seine Kundengruben vertiefen, die am Grunde der Gruben an diesen Übergangsstellen ihre Wachstumszone besitzen.

ii) Die Verhältnisse an einem von vorn nach hinten geführten Längsschnitt durch die Zahnanlage eines 49,5 cm langen Rinderfötens.

Hierzu Textfig. ii (Unterkiefer).

Aus einer Schnittserie, die sich aus Längsschnitten durch die Zahnanlage des  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$  zusammensetzt, bringen wir einen Schnitt in der Reproduktion, der mit aller Deutlichkeit das serienweise Auftreten der drei Becher, deren Kunden einzeln angeschnitten sind, und deren

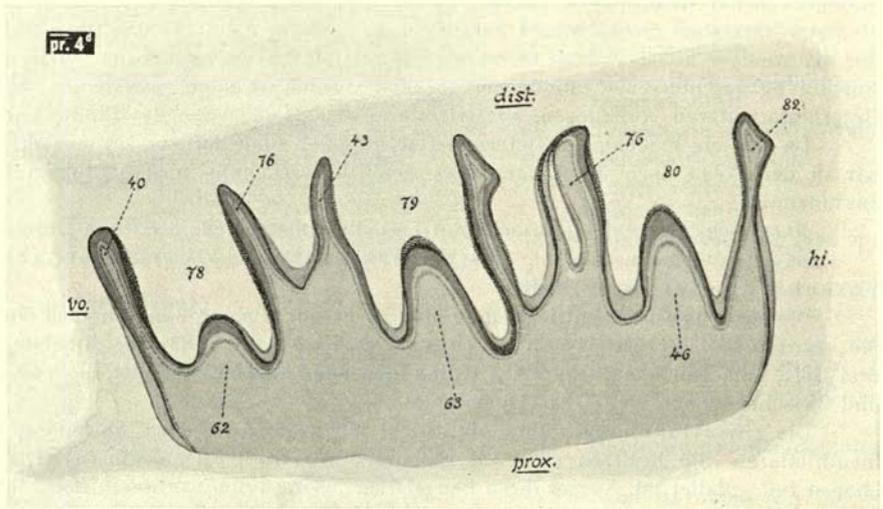
**Textfigur ii (Unterkiefer).**

$\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$ , rechter Unterkiefer.

Ri. 356 ♂. 49,5 cm K. S. L. Längsschnitt von vorn nach hinten durch die Zahnanlage. Vergrößerung im Maßstab 1 : 3,5.

Se. 66. Schnitt 49.

- dist. = distal
- prox. = proximal
- hi. = hinten
- vo. = vorn



Textfig. ii (Unterkiefer)

- 40 = vordere seitliche Wand, Zahnbecher 1
- 43 = vordere seitliche Wand, Zahnbecher 2
- 46 = linguale Becherwand
- 62 = linguale Becherwand, Komponente 1
- 63 = linguale Becherwand, Komponente 2

- 76 = Zahnbecherwand, Komponente 1 resp. 3
- 78 = Kundengrube, gebildet von der 1. Komponente der Zahnanlage
- 79 = Kundengrube, gebildet von der 2. Komponente der Zahnanlage
- 80 = Kundengrube, gebildet von der 3. Komponente der Zahnanlage
- 82 = hintere seitliche Wand des Zahnbeckers

gegenseitige benachbarte seitlichen Wandteile noch einzeln auseinandergehalten werden können, veranschaulicht.

Alle Kunden werden von Teilen der vorderen und hinteren Becherwand umschlossen. Man sieht das Schmelzorgan in reduziertem Zustand den einzelnen Wandteilen des Bechers anliegen und an deren Kundengrund noch am schönsten erhalten, indem daselbst die beiden Schmelzepithelien, das äussere und das innere Schmelzepithel, durch Schmelzpulpa voneinander geschieden sind, während sie anderwärts vielfach sonst einheitlich verschmolzenes Epithel bilden. Die Kundenlumina, in denen bereits ein Vorstoss von Bindegewebe bis an die Kundengrubengründe wahrzunehmen ist, werden teilweise durch die angeschnittenen, schiefgeneigten, bukkalen Becherwände ausgefüllt.

*ii') Die Verhältnisse an vier horizontal geführten Querschnitten einer Schnittserie durch die Zahnanlage eines 91,0 cm langen Rinderföten.*

Hierzu: Textfig. ii 1, ii 2, ii 3, ii 4 (Unterkiefer).

Um die Dreibecherigkeit der  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$ -Anlage auch an einem späteren Stadium der Zahnentwicklung nachzuweisen, führen wir aus einer kompletten Schnittserie vier in verschiedenen hohen resp. tiefen Lagen die Zahnanlage treffenden Schnitten die Organisationsverhältnisse des  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  vor Augen.

Der am meisten proximal gelegene Schnitt, Textfig. ii 1, zeigt der Reihe nach von vorn nach hinten den ersten, den zweiten und dritten Becher angeschnitten. Beim mittleren Becher stehen die bukkale und die linguale Becherwand in dieser Höhe bereits miteinander in Verbindung, während beim ersten und dritten Becher die Becherwand oral und aboral noch voneinander abstehen bzw. noch nicht verschmolzen sind.<sup>1</sup> Der mittlere Zahnbecher ist nach vorn

Beim Rind vermochten wir zwischen den mandibularen und maxillaren Backzähnen innerhalb der ersten und zweiten Dentition in bezug auf die bauliche Struktur nicht so stark ausgeprägte Unterschiede festzustellen, wie sie beim Pferd von JOEST (1915) bei den Definitivzähnen namhaft und durch entsprechende Illustrationen (Querschnitt eines maxillaren und mandibularen M. 1 = mo. 1 eines 2-jährigen Pferdes, Fig. 8 und Fig. 9) veranschaulicht worden sind. Es scheint uns nicht ausgeschlossen zu sein, dass beim Pferd bei näherer Untersuchung in histogenetischer Richtung die tiefen Schmelzfalten am mandibularen Backzahn sich als vielleicht noch nicht miteinander vereinigte Becherwände herausstellen. Es wäre dann bei den Unterkieferzähnen ein Zustand vorhanden, der am weniger konservativen Oberkiefer bereits durch weitergehende Differenzierung der Zähne im Sinne der Ausbildung geschlossener Zahnbecher überholt worden ist, denn es scheinen ähnliche Strukturverhältnisse an den Unterkiefermolaren vorzuliegen, wie wir sie an den Mahlzähnen des Rindes antreffen.

Da uns ein lückenloses Kiefermaterial von Esel- und Pferdeembryonen zur Verfügung steht, so beabsichtigen wir in der Folge noch durch eine ergänzende Untersuchung unsere Studien auch auf die Unpaarhufer weiter auszudehnen.

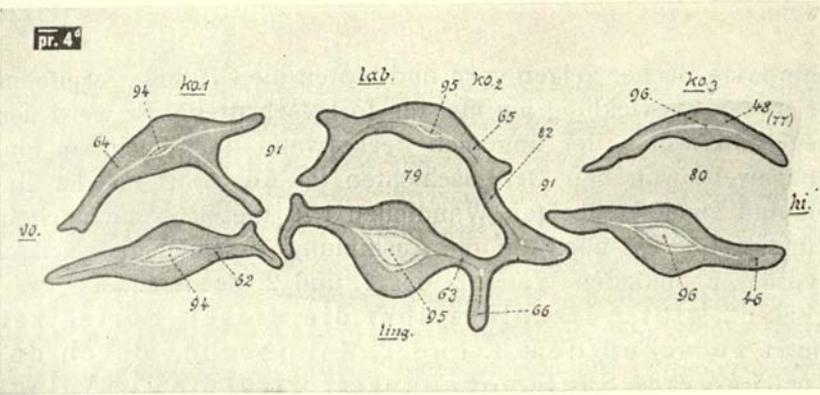
JOEST schildert auf pg. 66 seiner Arbeit die Unterschiede zwischen Unterkiefer- und Oberkieferbackzähnen.

Es ist allgemein bekannt, dass Unterkiefer- und Oberkieferbackzähne gewisse morphologische Verschiedenheiten darbieten.

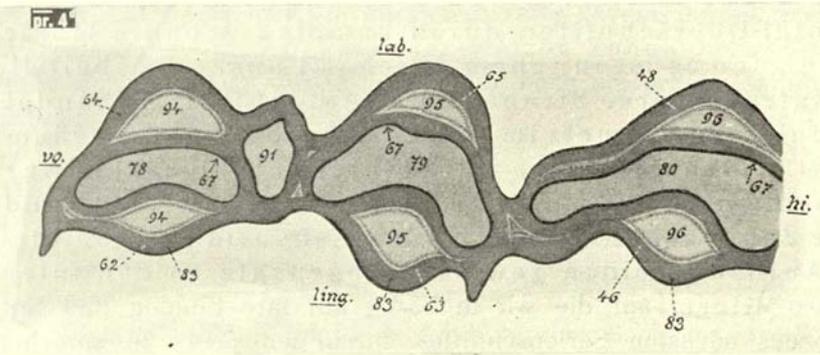
Die mandibularen Backzähne sind nicht nur kleiner, sondern auch einfacher gebaut wie die maxillaren. Sie besitzen lediglich einen äusseren Schmelzmantel, der mit dem ihn innen auskleidenden Dentin drei tiefe, zum Teil noch sekundäre Falten zeigende Längsfalten bildet, die von aussen mit Zement angefüllt sind und zwischen denen sich Dentin befindet.

Die maxillaren Backzähne sind nicht nur grösser, sondern sie sind auch komplizierter gebaut wie die mandibularen. Sie besitzen ebenfalls einen äusseren Schmelzmantel, der nur auf der Medialseite ebenso tief gefaltet ist. Ausser ihren Längsfalten besitzen die maxillaren Backzähne aber noch, wie oben dargelegt, zwei (eine vordere und eine hintere) Schmelzeinstülpungen vom Distalende des Zahnes aus, die, von hier aus mit Zement gefüllt, auf dem Querschnitt des Zahnes als Zementinseln, umgeben von einer Schmelzschicht und flankiert von je zwei miteinander in Verbindung stehenden starken Dentinsäulen, sichtbar werden. Wir sehen somit auf dem Querschnitt drei getrennte, kreisförmig geschlossene Schmelzlinien, nämlich die Linie des gefalteten Schmelzmantels und die beiden der Schmelzeinstülpungen. Die mandibularen Backzähne haben also lediglich Schmelzfalten, die maxillaren dagegen ausser den Schmelzfalten noch 2 Schmelzeinstülpungen (selbstverständlich mit den zugehörigen Schmelzfüllungen).

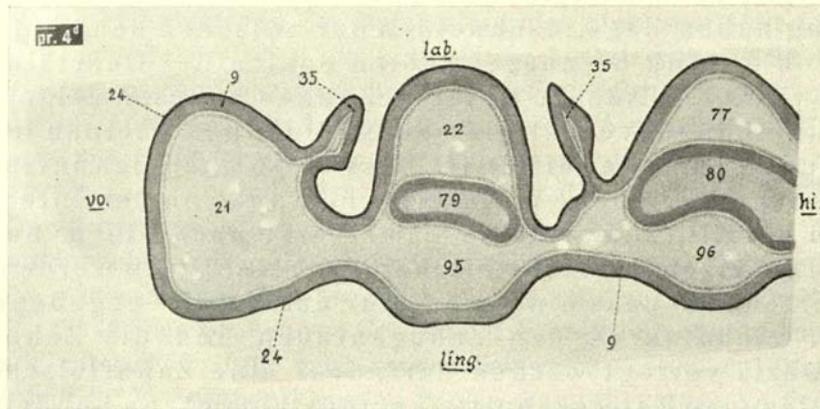
Sollten sich unsere Mutmassungen bewahrheiten, dann hätte ein derartiges Ergebnis zur Folge, dass



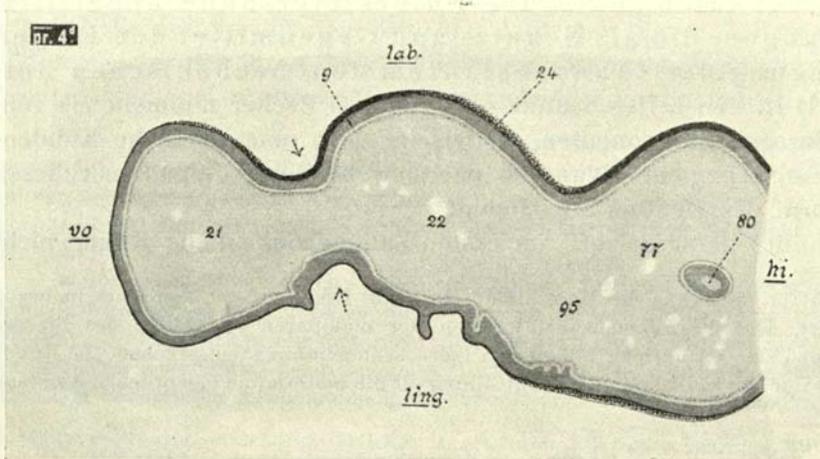
Textfig. ii 1 (Unterkiefer)



Textfig. ii 2 (Unterkiefer)



Textfig. ii 3 (Unterkiefer)



Textfig. ii 4 (Unterkiefer)

**Textfiguren ii1, ii2, ii3, ii4 (Unterkiefer).**

pr. 4<sup>d</sup>, rechter Unterkiefer.

Ri. 335 ♂. 91,0 cm K. S. L. Horizontal-schnitte (Querschnitte) durch die Zahnanlage. Vergrößerung im Maßstab 1 : 3,5.

Fig. ii 1: distal geführter Horizontalschnitt. Se. 48. Schnitt 56.

Fig. ii 2: mehr proximal geführter Horizontalschnitt. Se. 48. Schnitt 97.

Fig. ii 3: mehr proximal geführter Horizontalschnitt. Se. 48. Schnitt 231.

Fig. ii 4: noch weiter proximal, basal geführter Horizontalschnitt. Se. 48. Schnitt 300.

lab. = labial (bezw. bukkal)

ling. = lingual

hi. = hinten

vo. = vorn

ko.1, ko.2, ko.3 = vordere, mittlere und hintere Zahnkomponente

- 9 = verkalktes Dentin
- 21 = Zahnkomponente 1
- 22 = Zahnkomponente 2
- 24 = Schmelzepithel
- 35 = Zwischenstrebepeifer-Anlage
- 46 = linguale Becherwand
- 48 = labiale Becherwand
- 62 = linguale Becherwand, Komponente 1
- 63 = linguale Becherwand, Komponente 1
- 64 = labiale Becherwand, Komponente 1
- 65 = labiale Becherwand, Komponente 2
- 66 = Seitenleiste am Zahnbecher
- 67 = Kundengrubenwand
- 77 = Komponente 3 (Zahnbecher 3)
- 78 = Kundengrube, gebildet von der 1. Zahnkomponente
- 79 = Kundengrube, gebildet von der 2. Zahnkomponente
- 80 = Kundengrube, gebildet von der 3. Zahnkomponente
- 82 = hintere seitliche Wand des Zahnbeckers
- 83 = Hauptleiste an der lingualen Becherwand
- 85 = Kundengrubenhohlraum
- 91 = intradentaler Stützpfeiler
- 92 = zukünftiges inneres Schmelzepithel
- 93 = zukünftige Zahnsäckchenanlage
- 94 = Pulpagewebekegel, Zahnbecher 1, im Anschnitt
- 95 = Pulpagewebekegel, Zahnbecher 2, im Anschnitt
- 96 = Pulpagewebekegel, Zahnbecher 3, im Anschnitt

zu offen, der vorderste und der hinterste Becher zeigen vorn und hinten die Öffnung. Zweifellos ist der mittelständige Becher der in der Entwicklung am meisten fortgeschrittene. Er weist den grössten Anschnitt des Dentinkegels innerhalb der lingualen Becherwand auf. Auch am hinteren Zahnbecher wird das Pulpagewebe von den Dentinschichten im Anschnitt an der lingualen Becherwand umschlossen und an allen übrigen Wandteilen tritt dieses, wenn auch in bescheidenerem Ausmass, auf. Hinzuweisen ist noch auf die Ausbildung je zweier gabelartiger Vorsprünge am hinteren bzw. vorderen bukkalen Wandteil des 1. und 2. Bechers.

Der nachfolgende Schnitt, Fig. ii2, gibt Aufschluss über die diesen Fortsätzen eigenen Beziehungen, zumal zwischen dem 1. und 2. Zahnbecher durch das Zusammentreten der Vorsprünge eine Säule abgekapselt wird, die die Anlage eines intradentären Strebepfeilers repräsentiert. Im makroskopisch-morphologischen Teil wird auf das Auftreten von kleinen, rund umgrenzten Querschnitten auf den Total-Querschnitten durch komplex gebaute Molarzähne aufmerksam gemacht, und es ist in jenem Abschnitt unserer Arbeit die betreffende Bildung als intradentärer Strebepfeiler aufgeführt. Es handelt sich um eine kleine Hartsäule, aus Schmelz im Innern aufgebaut und umsäumt von einem Mantel verkalkten Dentins. Diese intradentären Stützsäulen werden durch den Zusammenschluss von Vorsprüngen der bukkalen Becherwandteile zweier benachbarter Zahnbecher, wie wir eben gesehen haben, gebildet. Sie stellen sich in ihrem Aufbau in einen gewissen Gegensatz zu den interkalikären Zwischenstrebepeilern, auf die wir in bezug auf ihre Bildung und Entwicklung bei der Besprechung des nächsten Serienschnittes durch den pr.4<sup>d</sup> zu sprechen kommen. In funktioneller Hinsicht dürfte es sich aber um gleichbedeutende Bildungen handeln, wie sie in den interkalikären Strebepeilern vorliegen. Es handelt sich um Hartsäulen, die offenbar die Bedeutung haben, das Einschneiden der zwischen den Zahnbechern gelegenen und von Anfang an ausgebildeten Sohlen der Quertäler zu verlangsamen oder zu verhüten. Nähere Untersuchungen könnten zeigen, in welchem Wachstums- und Längenverhältnis beide Bildungen zueinander stehen, indessen scheint uns ganz unzweifelhaft, dass diese auch den intradentären Stützelementen zugeschriebene mutmassliche Funktion den interkalikären Stützelementen zufällt, zumal diese immer erst nach einem bestimmten Zeitraum, nach Einsetzen der Mahltätigkeit, eingeschliffen werden, und es ja sehr plausibel erscheint, dass eine von Natur aus bereits gegebene Schiefelage der Quertäler nicht durch den Zahngebrauch und die Zahnabnützung so weit basalwärts verlegt werden darf, dass eine Zahnfleischläsion durch den tiefer gelegenen Taleinschnitt zustande kommt. Es handelt sich, was die Bedeutung der kleinen Basalsäulchen an der lingualen Seite der Oberkiefer- und der bukkalen Seite der Unterkieferzähne anbetrifft, mutmasslich um Einrichtungen, die als Schutz- und Gegenmittel den Folgen der Abreibung und Abtragung der Zahnsubstanzen, den mechanischen Reibungen gegenüber, zu stellen sind. Der Schnitt zeigt die drei Becher nunmehr als vollständig gegeneinander abgeschlossene Komponenten, wobei eine jede eine deutliche Kunden-grube aufweist, deren bukkaler und lingualer Wandteil das Gewebe einer Pulpa umschliesst, das allseitig Hartschubstanz in Form des Dentins ausscheidet.

Schnitt ii3 ist um 134 Schnitte tiefer gelegt. Am ersten Zahnbecher ist die Kunde nicht

der nachstehende Satz von JOEST auch für die Zähne des Unterkiefers zu Recht bestünde, der heute nur in bezug auf die Oberkieferzähne aufgestellt ist, dass die Schmelzeinstülpungen der maxillaren Backzähne des Pferdes morphologisch den Schmelzeinstülpungen der im übrigen faltenlosen Pferdeschneidezähne entsprechen. Die Kunde reicht aber weniger tief und zeigt eine weniger vollständige Zementfüllung als die erstern (die eigentlichen Kunden).

mehr zu sehen, sie wird vom Schnitt nicht mehr erfasst. Am mittleren und dritten Becher sind die Kunden noch vorhanden. Der Schnitt ist besonders deswegen interessant, weil er die Bildung der beiden bukkal gelegenen interkalikären Stütz- und Strebepfeiler bzw. Basalsäulchen vordemonstriert und zeigt, dass diese Bildungen nichts anderes als Wandausstülpungen seitens des ersten und seitens des dritten Bechers sind.<sup>1</sup> Der Schnitt gibt auch sofort Aufschluss über den Aufbau dieser nach oben zu von den Becherwänden frei abstehenden Hartgebilden, indem diese mit den Wandteilen denselben Aufbau teilen, von welchen sie genetisch abzuleiten sind. Sie werden aussen umstellt vom Schmelzepithel, dem sich nach innen das Dentin anschliesst; zu innerst befindet sich ein Pulpakern. Der Aufbau dieser Hartgebilde ist ein gegensätzlicher zu dem der intradentären Stützelemente, deren eine Sorte nicht aussen von Schmelz, sondern von Dentin umstellt wird, im Innern aber Schmelz enthält, nicht Pulpagewebe.

Schnitt ii4 ist der am meisten basal gelegene der im vorigen geschilderten Querschnitte. Er zeigt die Einheitlichkeit der ganzen Zahnanlage. Das Schmelzepithel umfasst einen einheitlichen Papillarkörper, indem nur noch am dritten Zahnbecher ein kleines Endstück der Kundengrube zu sehen ist.

### Zweite Modifikation:

#### 1. Das für den vorliegenden Typus geltende allgemein orientierende Schema (Schema E')

Diesem Schema folgt der dritte hintere Backzahn  $\overline{mo.3}$  am Unterkiefer. Der nämliche Typus der Zahnentwicklung, jedoch von einem bestimmten Entwicklungsstadium an von dem eben besprochenen, dem letzten Milchprämolaren  $\overline{pr.4^d}$  zugrundeliegenden etwas verschieden, tritt am Unterkiefer in der Entwicklung des hintersten Molaren,  $\overline{mo.3}$ , auf.

Die Anfangsstadien der Entwicklung bleiben sich gleich (Fig. a, a'). Es kommt auch hier zu einer ansehnlichen Vergrösserung der aus Schmelzorgan und Papille bestehenden Anlage (Fig. b). Auch zeigt ihr Längsdurchschnitt die der Papillenauffächerung eigenen Aufwölbungen bzw. die Unebenheiten an der Grenzzone zwischen der primären Zahnpapille und dem Schmelzorgan an, und zwar wiederum mit dem Auftreten dreier Sekundärlappen, von denen allerdings der hinterste Lappen klein bleibt und an Grösse den beiden andern, mehr nach vorne gelegenen, zurücksteht (Fig. c). Während an der ersten und zweiten Papille wiederum von oben her Einstülpungen an den Papillenkuppen wahrzunehmen sind, so dass man die kleinen Gruben von Gewebe des Schmelzorganes, das mit seinem innern Epithel die Faltung mitmacht und die entstehenden Hohlräume ausfüllt, auf dem Schnittbild überschichtet sieht, so tritt an der dritten, kleinsten Papille die grubenartige Vertiefung zumeist nicht auf. Es zeigt sich nur ein Ansatz für die Bildung einer kleinen Leiste, die sich entwickelt und verkalkt und später auch in den proximalen Teilen mit den übrigen Komponenten der Zahnanlage verschmilzt. Es stünde mit dem örtlichen Auftreten dieser Anlage nicht im Widerspruch, in dieser Bildungsleiste, die ihren besonderen Verkalkungsherd aufweist, eine der beiden, den dritten Papillenzahnkegel aufbauenden Becherwände (die bukkale Becherwand) zu erblicken, die an

<sup>1</sup> Ob bei der weiteren Entwicklung der Zahnanlage aus der einfachen Papille zur Glockenform und zum bewurzelten Zahn die Epithelscheide das formgebende Gebilde ist, wie ROESE und BARTELS (1896) mit andern Autoren annehmen, möchten wir dahingestellt sein lassen, halten aber dafür, dass dem Schmelzorgan im engern Sinn nicht nur formbestimmende, sondern auch formerhaltende Eigenschaften im Hinblick auf die Zahnpapille zukommt.

Wenn behauptet wird, dass das Basalsäulchen zunächst für sich angelegt wird und dann aber proximalwärts seinen Anschluss an den Schmelzanteil des Zahnkörpers finde und in diesen einbezogen werde (BECKERT, 1933), so entspricht dies nicht den embryologischen Tatsachen. Die Basalsäulchen sind Ausstülpungen der lingualen (Oberkiefer) bzw. bukkalen (Unterkiefer) Becherwand und stehen als solche ab origine mit den sie bildenden Bechern im Zusammenhang, sicher mit dem primären Zahnkeim.

anderer Stelle, am ersten und zweiten Zahnbecher, in kompletter Weise den Zahnkomponentenaufbau bewerkstelligen (Fig. d und e). Der innere Bau dieser Hartleiste entspricht der Becherstruktur eines in sich selbst nicht eingestülpten Zahnkegels oder der Struktur einer einzelnen Becherwand. Zwischen dem vordersten ersten und dem nachfolgenden zweiten Becher bildet sich in der Bechernische wieder ein Stützsäulchen aus (Fig. c'), das mit dem Auswachsen des Zahnes seine Längsachse vergrößert (Fig. f) und ebenso, häufig wenigstens, zwischen dem zweiten Zahnbecher und der erwähnten an ihn angeschlossenen Stützleiste ein Strebepfeiler.

### *Schema E'*

**Schema zur Veranschaulichung der Entwicklung eines komplexen, zusammengesetzten, dreikomponentigen bzw. dreibecherigen Zahnes am Unterkiefer. Die dritte Komponente der Zahnanlage ist unvollständig und repräsentiert nur einen Teil eines «Zahnbechers» am ausgewachsenen Zahn (Spezialfall von Schema E).**

**Fig. a)** Papillarkörper (pa. kö.) vom Schmelzorgan (schm. org.) überkappt. Ausgangsstadium der Zahnentwicklung.

**Fig a')** Schnitt durch die in Fig. a) wiedergegebene Zahnanlage. Grenze zwischen Papillarkörper und Schmelzorgan durch den Verlauf des innern Schmelzepithels (i. schm. ep.) festgelegt.

**Fig. b)** Die in den Fig. a) und a') wiedergegebene Anlage auf einer höhern Stufe der Differenzierung. Vergrößerung der Anlage in antero-posteriorer und proximo-distaler Richtung. Papillarkörper vom Schmelzorgan noch mehr umschlossen.

**Fig. b')** Die in Fig. b) zur Abbildung gebrachte Anlage von vorn nach hinten längs durchgeschnitten. Grenzlinien zwischen Schmelzorgan und Papillarkörper mit Ausbuchtungen nach der Schmelzpulpa des Schmelzorgans. Vordere Ausbuchtungen, Sekundärpapillen 1 und 2 (pa. kö. ko. 1, pa. kö. ko. 2) annähernd gleichgestaltig, hintere Ausbuchtung, Sekundärpapille 3 (pa. kö. ko. 3), schmal, weniger umfangreich.

**Fig. c)** Längsschnitt durch die Zahnanlage im Zustand fortgeschrittener Entwicklung. Bildung von Falten am innern Schmelzepithel. Bildung von Wülsten an der Stammpapille (ma. pa. kö.) gegen die Schmelzorganpulpa. Zahnkomponenten 1, 2 und 3 (ko. 1, ko. 2 und ko. 3) innerhalb der gemeinsamen Anlage. Einfaltungen am aufgeworfenen innern Schmelzepithel gegen die Zahnpapille, jene die Anlagen der beiden Kundengruben des ersten und zweiten Zahnbechers repräsentierend (ko. 1 ku. gr. und ko. 2 ku. gr.) (⇓⇓). Hinterste Sekundärpapille ohne Einfaltung des epithelialen Überzugs (Kundengrubenanlage an dritter Sekundärpapille in der Entwicklung teilweise oder ganz unterdrückt).

**Fig. c')** Distale Oberfläche des einheitlichen Papillarkörpers in der Aufsicht nach Entfernung des über ihm ausgebildeten Schmelzorgans. Dieses nur noch in seinen Randteilen an der Basis der Anlage erhalten. Zentrale grubenartige Vertiefungen an den beiden vordern Sekundärpapillen. Kraterbildung an der dritten, d. h. hintersten Sekundärpapille unterdrückt.

**Fig. d)** Vorderer und hinterer Zahnbecher mit dem gemeinsamen sie bildenden Papillarkörper. Der zwischen Becher 1 und 2 und Becher 2 und 3. Komponente des Zahnes auf der bukkalen Seite auftretende Zwischenstrebepfeiler. Zahnbecher 1 und hinterste Papillarkomponente in labio-lingualer Richtung längs durchgeschnitten zur Veranschaulichung der Wandschichtenstruktur.

**Fig. e)** Zahnanlage in allen Teilen derjenigen in Fig. d) wiedergegebenen entsprechend, jedoch in der Entwicklung weiter fortgeschritten. Zahnbecher mit grösserem axialem Längendurchmesser und tieferer Kundengrube. Zahnkomponenten in den benachbarten Seitenteilen eng miteinander verschmolzen. Strukturelle Beschaffenheit der Zahnkelche in den Anschnitten ihrer Bestandteile sichtbar. Hinterste Komponente nach wie vor in Form eines blossen Stützpfeilers angedeutet, ohne Kundengrubenausbildung.

**Fig. f)** Zahnanlage in annähernd endgültiger Ausbildungsform. Zahnbecher zu langen hohen Zahnkelchen umgestaltet. Diese auch in den Seitenteilen zu einer einheitlichen Zahnformation miteinander verschmolzen. Die in Form von Zahnkelchen auftretenden beiden ersten Komponenten des Zahnes auf der Bukkalseite mit konvex nach aussen ausgebuchteten Kelchwänden, auf der Lingualseite der Anlage mit flachen Wandteilen, der Kieferwand anliegend. Hinterste Komponente (ko. 3 [lab. be. wd.]) als Wandteil eines Zahnbechers in Erscheinung tretend.

*Erklärungen der Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung der Anlagen beziehen:*

hi. = hinten  
vo. = vorn

dist. = distal  
prox. = proximal

lab. = labial resp. bukkal  
ling. = lingual

*Erklärungen der Abkürzungen, die auf einzelne Teile von Zahnanlagen Bezug nehmen:*

ä. schm. ep. = äusseres Schmelzepithel  
i. schm. ep. = inneres Schmelzepithel  
ko. 1 = Zahnkomponente 1

ko. 2	= Zahnkomponente 2
ko. 3	= Zahnkomponente 3
ko. 1 ku. gr. (↓)	= Komponente 1, Kundengrube
ko. 2 ku. gr. (↓)	= Komponente 2, Kundengrube
ko. 3 (lab. z. be. wd. ?)	= Komponente 3 des Zahnes (bukcale Becherwand ?)
ko. 1 pa. kö.	= Komponente 1 (Zahnbecher 1) des Papillarkörpers (späteren Zahnes)
ko. 2 pa. kö.	= Komponente 2 (Zahnbecher 2) des Papillarkörpers (späteren Zahnes)
ko. 3 pa. kö.	= Komponente 3 (Zahnbecher 3) des Papillarkörpers (späteren Zahnes)
ko. 3 str. pf.	= Komponente 3, Strebepefeiler
lab. z. be. wd.	= bukkale Zahnbecherwand
ling. z. be. wd. alg.	= linguale Becherwandanlage
ling. z. be. wd.	= linguale Zahnbecherwand
ma. pa. kö.	= Matrix des Papillarkörpers
od. bl. sch.	= Odontoblastenschicht
pa. kö.	= Papillarkörper
pa. kö. ko. 1	= Papillarkörper der ersten Zahnkomponente
pa. kö. ko.	= Papillarkörper der zweiten Zahnkomponente
pa. kö. ko.	= Papillarkörper der dritten Zahnkomponente
pu. gw.	= Zahnpulpa der Zahnanlage
schm.	= Schmelz (Substantia adamantina)
schm. org.	= Schmelzorgan
schm. pu.	= Schmelzpulpa
u. v. dent.	= unverkalktes Dentin
v. dent.	= verkalktes Dentin
z. be. 1	= Zahnbecher 1 der Zahnanlage
z. be. 2	= Zahnbecher 2 der Zahnanlage
z. ko. 3	= Zahnkomponente 3 der Zahnanlage
z. ko. 3 (lab. z. be. wd. alg.)	= Zahnkomponente 3 (bukcale Becherwandanlage ?)
zw. str. pf. 1	= Zwischenstrebepefeiler, zwischen Komponente 1 und 2 der Zahnanlage
zw. str. pf. 2	= Zwischenstrebepefeiler, zwischen Komponente 2 und 3 der Zahnanlage

## 2. Mikroskopische Schnittbilder durch Zahnanlagen, die in ihrer Entwicklung dem besprochenen Typus (Schema E', zweite Modifikation) der Genese folgen

Die histologische Untersuchung des dritten Molars im Unterkiefer konnte zufolge Fehlens eines geeigneten und gut eingebetteten Schnittmaterials leider nicht durchgeführt werden. Das Studium über diesen Zahntyp konnte bei Abschluss unserer Arbeit leider noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden.

### Anhang:

#### *Folge des Auftretens der Prämolaren im Ober- und Unterkiefer des Milchgebisses*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXXII, Fig. 2.

Eine Information über das entwicklungsgeschichtliche Auftreten von Prämolaranlagen an Ober- und Unterkiefer bietet ein auf beide Kiefer senkrecht geführter Längsschnitt durch die Zahnanlagen (Taf. XXXII, Fig. 2). Er zeigt die Verhältnisse an einem 11,7 cm langen Embryo. Man sieht im Oberkiefer unter den Prämolaranlagen diejenige von pr. 3<sup>d</sup> am weitesten in der Entwicklung fortgeschritten. Die Prämolare pr. 2<sup>d</sup>-Anlage ist im Oberkiefer in der Serie noch nicht zu sehen. pr. 4<sup>d</sup> hat sich bereits in einer Komponente, der ersten, angelegt.

Im Unterkiefer ist am stärksten der Prämolare pr. 4<sup>d</sup> entwickelt. Auf diese Anlage folgen die Anlagen von den Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> und pr. 2<sup>d</sup>, unter denen die vorderste, diejenige von Prämolare pr. 2<sup>d</sup>, nur die Form eines kleinen einfachen Zahnkeimes besitzt.

Während im Oberkiefer die Anlage des pr. 4<sup>d</sup> noch einfache Form aufweist, und der Papillarkörper noch nicht oder schwach aufgeteilt ist, und auch im Unterkiefer in der Anlage des pr. 3<sup>d</sup> einfache Zahnkeime vorliegen, wo sie auch später einfach bleiben, fallen die Anlagen

des  $\overline{\text{pr.3}}^d$  im Oberkiefer und des  $\overline{\text{pr.4}}^d$  im Unterkiefer durch ihre in der Differenzierung und im Wachstum gekennzeichnete Entwicklungshöhe auf. Am Prämolare  $\overline{\text{pr.3}}^d$  des Oberkiefers sind die Anlagen der beiden in ihren distalen Teilen getrennt voneinander, in den proximalen Teilen miteinander verschmolzenen, aus Pulpa bestehenden Wandanlagen zu sehen, während an der Prämolare  $\overline{\text{pr.4}}^d$ -Anlage die drei Papillen der hintereinander stehenden Anlagen für die Einzelbecher sichtbar sind.

Es folgen daher rangmässig in der Entwicklung im Oberkiefer aufeinander:  $\overline{\text{pr.3}}^d$ ,  $\overline{\text{pr.4}}^d$  und  $\overline{\text{pr.2}}^d$ ; im Unterkiefer:  $\overline{\text{pr.4}}^d$ ,  $\overline{\text{pr.3}}^d$  und  $\overline{\text{pr.2}}^d$ .

Diese entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen stimmen mit der röntgenologischen Feststellung in betreff des Auftretens der einzelnen Kalkherde vollständig überein.

*Der primäre Papillarzustand und die Reihenfolge der Zahnanlagen im Milchgebiss am vorderen Unterkieferrand.*

Hierzu: Mikr. Atlas, Taf. XXXII, Fig. 3 und 4.

Nachdem sich die Uniformität der Anlagen für sämtliche Prämolaren und Molaren des Ober- und Unterkiefers im Milchgebiss in der Entwicklung einer primär einfachen, unaufgeteilten Papille gezeigt hat, die erst später bei einzelnen Zahntypen sich aufspaltet und einen komplizierteren Aufbau verrät, liegt es nahe, auf Bilder in der Entwicklung aufmerksam zu machen, die einem bei der Durchsicht kompletter Schnittserien entgegentreten und die auf die Schneidezahnanlagen Bezug nehmen. Wir führen auf Taf. XXXII in den Fig. 3 und 4 Reproduktionen von Schnittbildern aus zwei Zahnserien im Unterkiefer eines 14,5 cm (Rind 313 ♀) und eines 15,3 cm (Rind 500 ♀) langen Rinderembryos an, welche die Schneidezähne und den in die Reihe einbezogenen Eckzahn in der genetischen Phase der Kappen- und Schmelzglockenentwicklung wiedergeben und die grosse Ähnlichkeit mit den entsprechenden Stufen in der Prämolare- und Molarentwicklung erkennen lassen.

Fig. 3, Taf. XXXII gibt die betreffende Anlage auf einem etwas früheren Stadium der Entwicklung wieder als Fig. 4 der gleichen Tafel. Während die Schmelzorgane beim 14,5 cm langen Embryo noch mit der Bildungsmatrix im Zusammenhange stehen, haben sie sich am Kiefer der 15,3 cm langen Frucht bereits abgelöst und liegen mit ihren Stielen frei in den Zahnalveolen.

Beide Anlagenserien zeigen deutlich, dass die Entwicklung der 3 Incisiven und des lateral der Reihe angeschlossenen «Eckzahnes» von der Medianen nach der Aussenseite hin statthat, und dass die am meisten in der Entwicklung fortgeschrittene Anlage diejenige für den Incisiven  $i_1$  (Fig. 4) ist, worauf die Incisiven  $i_2$ ,  $i_3$  und der Eckzahn folgen.<sup>2 u. 3</sup>

Interessant sind sodann die Verhältnisse in bezug auf die Zusammenhänge der Schmelzorgane mit der Matrix des Mundhöhlenepithels, mit dem Stratum germinativum. Auf Fig. 3 hängt die Schmelzkappe der Incisiven-Anlagen mit einem fadenartigen Stiel an der Zellschicht des Stratum germinativum auf. Die gleichen Verhältnisse liegen beim Caninus C vor.

<sup>1</sup> Auch bestätigen die gewonnenen Ergebnisse in Übereinstimmung mit LECHE den Satz, dass diejenigen Teile im Organismus, welche zuerst in Gebrauch genommen werden, auch in der Entwicklung zuerst fertig werden.

<sup>2</sup> HOFFMANN (1894) äussert sich über die Reihenfolge, in welcher die Entwicklung und Ausbildung der vier Vorderzähne des Unterkiefers vor sich geht, wie folgt: «Man erkennt aufs neue, dass die Entwicklung und Ausbildung der vier Vorderzähne des Unterkiefers — es liegt ein 20,0 cm langer Embryo zur Untersuchung vor — von vorn nach hinten stattfand.» Unsere Befunde decken sich also mit denjenigen HOFFMANN'S.

<sup>3</sup> In bezug auf die Anlage der Milchvorderzähne stellt HOFFMANN (1894) gegenüber den Milchbackenzähnen fest, dass sich für diese beiden Zahnarten in der Entwicklung eine verschiedene Reihenfolge geltend macht, indem die Differenzierung von Incisiven Jd 1-3 und des Caninus Cd in der Richtung von vorn nach hinten, die der Pd 3-1 dagegen in der Richtung von hinten nach vorne vor sich geht. Auch diese Feststellung wird durch die unsrige bestätigt.

Schema E'

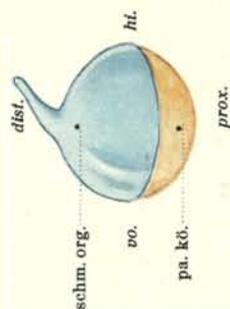


Fig. a

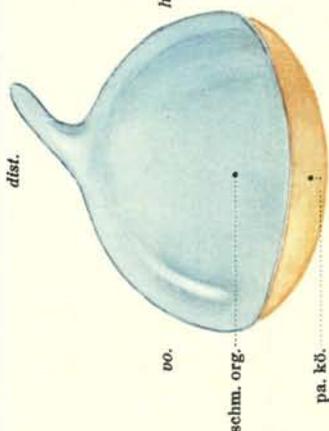


Fig. b

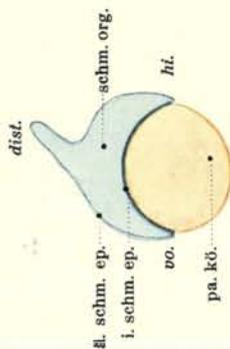


Fig. a'

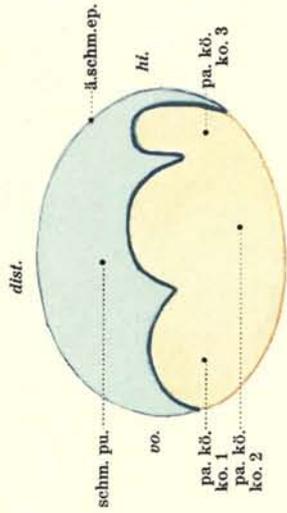


Fig. b'

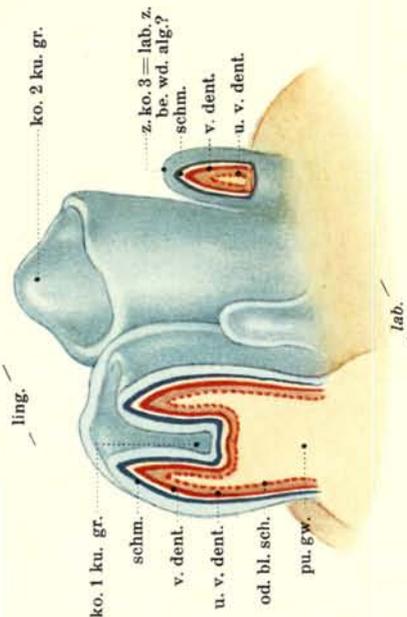


Fig. d

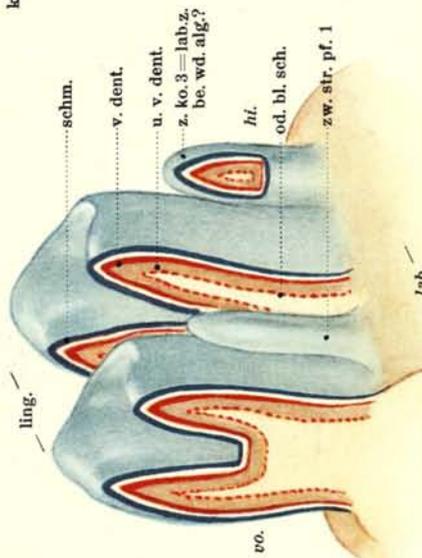


Fig. e

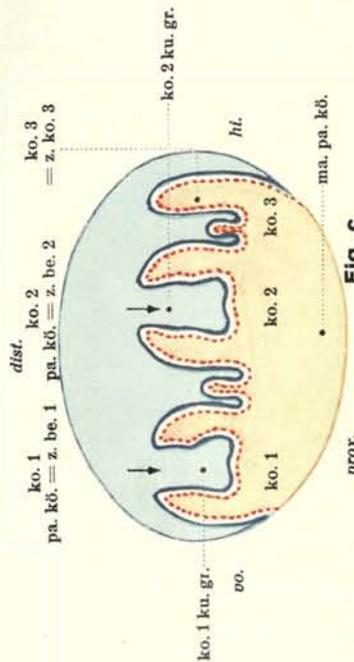


Fig. c

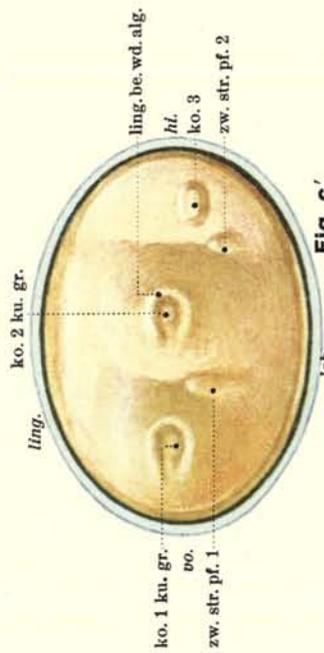


Fig. c'

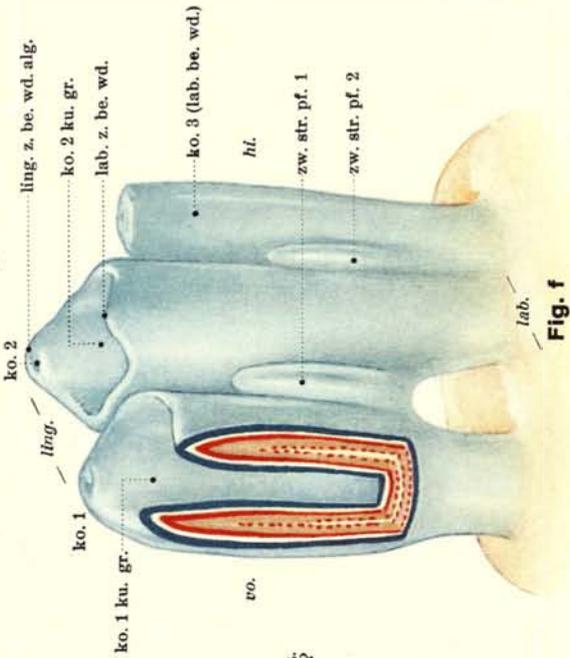


Fig. f

# Legenden zu den auf den Tafeln I bis XXXII wiedergegebenen mikrophotographischen Aufnahmen von Schnitten durch Zahnanlagen am Ober- und Unterkiefer des Rindes

Die Tafeln I bis XIII beziehen sich auf die Zahnanlagen am Oberkiefer.

Die Tafeln XIV bis XXXII enthalten Schnittbilder von Zahnanlagen des Unterkiefers, mit Ausnahme von Fig. 3, Taf. XXIV, Fig. 3 und 4, Taf. XXVIa, von Taf. XXIX und Fig. 2, Taf. XXXII, die teilweise oder ganz auch noch auf Oberkieferzahnanlagen sich beziehen.

Die Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung der Objekte beziehen und die Erklärungen zu den auf den mikrophotographischen Illustrationen vorkommenden Verweisziffern sind am Anfang jeder Tafelgruppe aufgeführt.

## Tafeln I—III

### Prämolar pr. 2<sup>d</sup>

Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung beziehen:

hi. = hinten	dist. = distal	lab. = labial bzw. bukkal
vo. = vorn	prox. = proximal	ling. = lingual
	xx = Umschlagstellen des äussern Schmelzepithels	

Erklärungen der Verweisziffern:

1 = äusseres Schmelzepithel	17 = Mundhöhlenspalte
2 = inneres Schmelzepithel	18 = Bindegewebe
3 = Schmelzpulpa	18' = Bindegewebe der Zahnalveolenanlage
4 = Schmelzorganstiel bzw. Zahnleiste	18'' = subepitheliales Bindegewebe
5 = Papillarkörper	19 = Bindegewebe (Zahnalveole)
6 = Odontoblastenschicht	20 = Knochenspongiosa (Knochenrand der Zahnalveole)
6' = Dentinschicht	23 = Hals des Schmelzorgans
7 = Dentin	24 = Schmelzepithel
8 = unverkalktes Dentin (Prädentin)	25 = Pulpa
9 = verkalktes Dentin	27 = verhornte Schicht des Mundepithels (Oberkiefer)
10 = Stratum germinativum	27' = verhornte Schicht des Mundepithels (Unterkiefer)
11 = Stratum corneum	50 = Schmelz (Substantia adamantina)
12 = bukkale Längsseitenwand des Zahnbeckers	52 = Pulpagewebe
13 = linguale Längsseitenwand des Zahnbeckers	89 = Auflockerung des äussern Schmelzepithels
14 = Kundengrubenanlage	
15 = Falte an der lingualen Zahnbecherwand	
15' = Falte der bukkalen Zahnbecherwand	
16 = kleiner Zahnhöcker	

## TAFEL I

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 76

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage

Schnitttrichtung von vorn nach hinten

Rinderfötus Rif. Nr. 395, ♂

10,5 cm K. S. L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,3, 16 mm

Oe.: —

Tubus: mittlerer

Kondensor: Z. Aplanat Ap. 1,4. ca. 1/2 genähert

Kondensorblende: offen

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø

## II

Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 9  
 Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: A 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 10 Min.  
 Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Serie 38/7  
 Serienschritt: Nr. 29 (90)

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 1

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer  
 Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 361, ♂  
 14,8 cm K. S. L.

Obj. Mikrotar 35 mm, 1 : 5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: —  
 Kondensator: —  
 Kondensorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 20

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 80 Sekunden  
 Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Serie 23 2  
 Serienschritt: Nr. 3.

**Fig. 3.** Aufnahme (Platte) Nr. 13

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer  
 Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 384, ♀  
 16,7 cm K. S. L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: entfernt  
 Kondensator:  
 Kondensorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 20

Kühlkuvette: —  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 120 Sek.  
 Vergrößerung: 40 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 29/2b  
 Serienschritt: Nr. 4

## TAFEL II

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 4

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer  
 Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 383, ♂  
 18,7 cm K.S.L.

Obj.: Z. Aprochr. 10, Ap. 0,3, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: entfernt  
 Kondensator: —  
 Kondensorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 70 Sek.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 27 2c  
 Serienschritt: Nr. 11

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 73

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer  
 Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 312, ♂  
 23,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Aprochr. 10, Ap. 0,3, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: entfernt

Kondensator: Z. Aplanat 10, n. Ap. 1,4, ca. in der Mitte  
 Kondensorblende: offen  
 Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 7  
 Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 cm

Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 5 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 31 82  
 Serienschritt: Nr. 39

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 74**

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 312, ♂  
 23,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Aprochr. 10, n. Ap. 0,3, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: entfernt  
 Kondensor: Z. Aplanat 10, n. Ap. 1,4, ca. in der Mitte  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 7

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 5 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 31  
 Serienschritt: Nr. 46

**Fig. 4. Aufnahme (Platte) Nr. 75**

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 312, ♂  
 23,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Aprochr. 10, n. Ap. 0,3, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: Z. Aplanat 10, n. Ap. 1,4, ca. in der Mitte  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 7

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 5 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 31 8  
 Serienschritt: Nr. 50

TAFEL III

**Fig. 1. Aufnahme (Platte) Nr. 10**

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung bucco-lingual  
 Rinderfötus Rif. Nr. 311, ♀  
 29,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1.  
 Oc.: —  
 Tubus: entfernt  
 Kondensor: —  
 Kondensorbende: 12,5 mm  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 15

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 2 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 35 6  
 Serienschritt: Nr. 19 (79)

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 9**

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung bucco-lingual  
 Rinderfötus Rif. Nr. 311, ♀  
 29,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1.  
 Oc.: —  
 Tubus: entfernt

Kondensor: —  
 Kondensorbende: 9 mm  
 Mattscheibe: —

## IV

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 6  
 Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 cm

Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 10 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 35/6  
 Serienschritt: Nr. 15 (64)

**Fig. 3.** Aufnahme (Platte) Nr. 79

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal  
 Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

Oc.: —  
 Obj.: L. 24 Mikroplanar  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 7

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.-zeit: 30 Sek.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.\*  
 Präp.Se.bez.: Se. 33 10  
 Serienschritt: Nr. 19

**Fig. 4.** Aufnahme (Platte) Nr. 80

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal  
 Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

Obj.: L. 24 Mikroplanar  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 7

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 30 Sek.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.\*  
 Präp.Se.bez.: Se. 33 10  
 Serienschritt: Nr. 22

**Fig. 5.** Aufnahme (Platte) Nr. 8

pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung infolge Schiefstellung  
 des Zahnes etwas bucco-lingual  
 Rinderfötus Rif. Nr. 274, ♀  
 34,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. 35 mm Mikrotar 1:5 n. Ap.  
 Oc.: —  
 Tubus: entfernt  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 20 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 27 4  
 Serienschritt: Nr. 11

**Tafeln IV—VIII****Prämolar pr. 3<sup>d</sup>**

Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung beziehen:

hi. = hinten  
 vo. = vorn

dist. = distal  
 prox. = proximal

lab. = labial bezw. bukkal  
 ling. = lingual

xx = Umschlagstellen des äusseren Schmelzepithels

\* Die Reproduktion der photographischen Aufnahme ist jedoch in der Verkleinerung 10:4,1 wiedergegeben.

## Erklärungen der Verweisziffern:

- |  |   |
|--|---|
| <p>1 = äusseres Schmelzepithel<br/> 2 = inneres Schmelzepithel<br/> 3 = Schmelzpulpa<br/> 5 = Papillarkörper<br/> 6 = Odontoblastenschicht<br/> 7 = Dentin<br/> 8 = unverkalktes Dentin<br/> 9 = verkalktes Dentin<br/> 10 = Stratum germinativum (Keimepithel)<br/> 11 = Stratum corneum<br/> 18 = Bindegewebe<br/> 18' = subepitheliales Bindegewebe<br/> 19 = Bindegewebe (Zahnalveole)<br/> 20 = Knochenspongiosa (Knochenwand der Zahnalveole)<br/> 21 = Zahnkomponente 1<br/> 22 = Zahnkomponente 2<br/> 23 = Hals des Schmelzorgans<br/> 24 = Schmelzepithel<br/> 25 = Pulpa<br/> 26 = Mundhöhle<br/> 27 = verhornte Schicht des Mundepithels (Oberkiefer)<br/> 27' = verhornte Schicht des Mundepithels (Unterkiefer)<br/> 28 = Prämolare-<u>pr.</u> 3<sup>d</sup>-Anlage<br/> 29 = Prämolare-<u>pr.</u> 4<sup>d</sup>-Anlage<br/> 30 = Stratum corneum (Oberkiefer)</p> | <p>31 = Stratum corneum (Unterkiefer)<br/> 32 = Becherwand der Zahnkomponente 1<br/> 33 = Becherwand der Zahnkomponente 2<br/> 34 = interkalikäre Falte an der Becherwand<br/> 36 = Kundengrubenwand<br/> 37 = Kundengrube<br/> 38 = seitliche Wandung, Zahnbecher 1<br/> 39 = subkutanes Bindegewebe<br/> 40 = vordere seitliche Wand, Zahnbecher 1<br/> 41 = Komponente 1, Kundengrubenwand<br/> 42 = Komponente 2, Kundengrubenwand<br/> 43 = vordere seitliche Wand, Zahnbecher 2<br/> 44 = hintere seitliche Wand, Zahnbecher 2<br/> 45 = vordere bzw. hintere Becherwand<br/> 46 = linguale Becherwand<br/> 47 = Prämolare-<u>pr.</u> 2<sup>d</sup>-Anlage<br/> 48 = bukkale Becherwand<br/> 49 = Becherwand ; auf Taf. VII, Fig. 3, u. Taf. VIII, Fig. 3 Schmelzorgan<br/> 50 = Schmelz (Substantia adamantina)<br/> 51 = Hauptleiste an der Zahnbecherwand<br/> 52 = Pulpagewebe<br/> 53 = Leiste aus verhorntem Epithelgewebe («Schmelzperle»)<br/> 54 = Knochenspongiosa, Kieferwand<br/> 60 = gemeinsame Scheidewand zwischen den beiden Zahnbechern<br/> 68 = Sekundärpapille, Komponente 1<br/> 69 = Sekundärpapille, Komponente 2</p> |
|--|---|

## TAFEL IV

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 83pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage sowie durch die Anlage des Prämolars pr. 4<sup>d</sup>  
Schnitttrichtung von vorn nach hinten  
Rinderfötus Rif. Nr. 395, ♂  
10,5 cm K.S.L.

Obj.: L. 24 mm, Mikroplanar  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensor: —  
Kondensorblende: offen  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris («Leuchtfeld») bl.: 8

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H. 100  
einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Expos.zeit: 20 Sek.  
Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 28 7  
Serienschnitt: Nr. 39 (105)

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 85pr. 3<sup>d</sup> (und pr. 4<sup>d</sup>), Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
Schnitttrichtung von vorn nach hinten  
Rinderfötus Rif. Nr. 395, ♂  
10,5 cm K.S.L.

Obj.: L. 24 mm Mikroplanar  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer

Kondensor: —  
Kondensorblende: offen  
Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 8  
 Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm

Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 20 Sek.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 38 7  
 Serienschritt: Nr. 43 (115)

## TAFEL V

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 13

pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 313, ♀  
 14,5 cm K.S.L.

Obj.: L. 24 mm, Mikroplanar  
 Oc.: —  
 Tubus: entfernt  
 Kondensor: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 8

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 10 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. XIX 1  
 Serienschritt: Nr. 5

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 14a

pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 361, ♂  
 14,8 cm K.S.L.

Obj.: Z. 35 mm, Mikrotar, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 75 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 23 2  
 Serienschritt: Nr. 7

**Fig. 3.** Aufnahme (Platte) Nr. 16

pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 384, ♀  
 16,7 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar 35 mm, 1:5 n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 20 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 29/2 b  
 Serienschritt: Nr. 16

**Fig. 4.** Aufnahme (Platte) Nr. 15

pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 383, ♂  
 18,7 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar 35 mm, 1:5 n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 20 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 27/2 c  
 Serienschnitt: Nr. 12

## TAFEL VI

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 81

pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 (sowie partiell durch die Anlage von  
 Prämolare pr. 4<sup>d</sup>)  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 312, ♂  
 23,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5  
 Oc.: —  
 Tubus: —  
 Kondensor: —  
 Kondensorbende: geöffnet  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: geöffnet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 35 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 31/8<sub>2</sub>  
 Serienschnitt: Nr. 21

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 86

pr. 3<sup>d</sup> und pr. 2<sup>d</sup> Oberkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlagen  
 Schnittrichtung horizontal  
 Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

Obj.- Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 16

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 1 Sek.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 33/10  
 Serienschnitt: Nr. 24

## TAFEL VII

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 23.

pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung bucco-lingual  
 Rinderfötus Rif. Nr. 311, ♀  
 29,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorbende: geöffnet  
 Mattscheibe: +  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 17

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: auf 42 mm abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 1 Min.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 35/6<sub>1</sub>  
 Serienschnitt: Nr. 54 (219)

## VIII

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 22pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung bucco-lingual  
 Rinderfötus Rif. Nr. 311, ♀  
 29,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: geöffnet  
 Mattscheibe: +  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorbende: auf 42 mm abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 1 Min.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 35/6<sub>1</sub>  
 Serienschnitt: Nr. 50 (208)

**Fig. 3.** Aufnahme (Platte) Nr. 25pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 (hinterer Zahnbecher)  
 Schnittrichtung bucco-lingual  
 Rinderfötus Rif. Nr. 311, ♀  
 29,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: 18,5 mm  
 Mattscheibe: +  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 16 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorbende: etwas abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 1 Min.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 35/6<sub>2</sub>  
 Serienschnitt: Nr. 83 (344)

**Fig. 4.** Aufnahme (Platte) Nr. 24pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 (vorderer Zahnbecher)  
 Schnittrichtung bucco-lingual  
 Rinderfötus Rif. Nr. 311, ♀  
 29,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: 18,5 mm  
 Mattscheibe: +  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorbende: etwas abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 1 Min.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se.: 35/6  
 Serienschnitt: Nr. 62 (280)

## TAFEL VIII

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 18pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 381, ♀  
 25,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorbende: geöffnet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 15 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 25 3b  
 Serienschnitt: Nr. 17

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 17pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 381, ♀  
 25,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 5

Kühlkuvette: +  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorbende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 18 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.:Se.bez.: Se. 25/3b  
 Serienschritt: Nr. 13

**Fig. 3.** Aufnahme (Platte) Nr. 19pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 274, ♀  
 34,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: 17  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorbende: 31,5  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: ca. 1 Sek.  
 Vergrößerung: 8 × nat. Gr.  
 Präp.:Se.bez.: Se. XVII/4  
 Serienschritt: Nr. 11

**Fig. 4.** Aufnahme (Platte) Nr. 20apr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. No. 156, ♂  
 38,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 28

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorbende: geöffnet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 1/4 Sek.  
 Vergrößerung: 5,5 × nat. Gr.  
 Präp.:Se.bez.: Se. 11/5b  
 Serienschritt: Nr. 16

**Tafeln IX—XII****Prämolar pr. 4<sup>d</sup>**

Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung beziehen:

hi. = hinten  
 vo. = vorn

dist. = distal  
 prox. = proximal

lab. = labial bzw. bukkal  
 ling. = lingual

xx = Umschlagstellen des äusseren Schmelzepithels

Erklärungen der Verweisziffern:

1 = äusseres Schmelzepithel  
 2 = inneres Schmelzepithel  
 3 = Schmelzpulpa  
 4 = Schmelzorganstiel

5 = Papillarkörper  
 6 = Odontoblastenschicht  
 7 = Dentin  
 9 = verkalktes Dentin

## X

- 10 = Stratum germinativum  
 11 = Stratum corneum  
 18 = Bindegewebe  
 18' = subepitheliales Bindegewebe  
 21 = Zahnkomponente 1  
 22 = Zahnkomponente 2  
 24 = Schmelzepithel  
 25 = Zahnpulpa  
 32 = Becherwand der Zahnkomponente 1  
 33 = Becherwand der Zahnkomponente 2  
 35 = interkalikäre Scheidewand  
 36 = Kundenwand  
 37 = Kundengrube  
 37' = Kundengrube, Zahnbecher 1  
 39 = subkutanes Bindegewebe  
 41 = Komponente 1, Kundengrubenwand  
 42 = Komponente 2, Kundengrubenwand  
 43 = vordere seitliche Wand, Zahnbecher 2  
 44 = hintere seitliche Wand, Zahnbecher 2  
 45 = seitliche Becherwand  
 49 = Schmelzorgan (bezw. Schmelzpulpa)
- 50 = Schmelz (Substantia adamantina)  
 51 = mediane Hauptleiste an der bukkalen Zahnbecherwand  
 52 = Pulpagewebe  
 53 = abgeschnürtes verhorntes Epithelgewebe («Epithelperle»)  
 55, 57 und 59 = Molar-1-Anlage  
 56 = Kundengrubenwand bezw. Kundengrube  
 58 = «Zahnsäckchen»-Anlage  
 60 = gemeinsame Scheidewand der beiden Zahnbecher  
 61 = hintere seitliche Wand, Zahnbecher 1  
 62 = linguale Becherwand, Komponente 1  
 63 = linguale Becherwand, Komponente 2  
 64 = bukkale Becherwand, Komponente 1  
 65 = bukkale Becherwand, Komponente 2  
 66 = Seitenleiste an der Zahnbecherwand  
 67 = Kundengrubenwand  
 81 = vordere seitliche Wand des Zahnbecher 1  
 89 = Auflockerung des äussern Schmelzepithels

## TAFEL IX

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 30pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 384, ♀  
 16,7 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm

Oc.: —

Tubus: mittlerer

Kondensator: —

Kondensorblende: 0,5

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø

Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H 100

einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm

Kollektorblende: 15

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 88 Sek.

Vergrößerung: 34 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. 29/2b

Serienschnitt: Nr. 9

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 31pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 384, ♀  
 16,7 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm

Oc.: —

Tubus: mittlerer

Kondensator: —

Kondensorblende: 0,5

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø

Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H 100

einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø

Kollektorblende: 15

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 88 Sek.

Vergrößerung: 34 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. 29/2b

Serienschnitt: Nr. 11

## TAFEL X

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 87pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 312, ♂  
 23,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 45 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 25/3b  
 Serienschritt: Nr. 16

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 33

pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 381, ♀  
 25,0 cm K.S.L.

Obj.: L 24 mm Mikroplanar  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
 Kollektorblende: 15  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 45 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 25/3  
 Serienschritt: Nr. 16

**Fig. 3.** Aufnahme (Platte) Nr. 89

pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal zum Kiefer-  
 rand  
 Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

Obj.: Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: geöffnet  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 7½ Min.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 33/102  
 Serienschritt: Nr. 20

**Fig. 4.** Aufnahme (Platte) Nr. 90

pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal zum Kiefer-  
 rand  
 Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 7½ Min.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 33/102  
 Serienschritt: Nr. 26

TAFEL XI

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 88

pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage

Schnitttrichtung horizontal zum Kiefer-  
rand

Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂  
26,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensor: —  
Kondensorblende: offen  
Mattscheibe: +  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H. 100, in Fassung 6 cm Ø  
einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Exposzeit: 7½ Min.  
Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 33/10₂  
Serienschnitt: Nr. 4

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 37**

pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Bucco-lingualer Längsschnitt durch  
die Zahnanlage (ersten Zahnbecher)  
Schnitttrichtung quer durch den Kiefer  
Rinderfötus Rif. Nr. 311, ♀  
29,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensor: —  
Kondensorblende: offen  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor H 100, in Fassung 6 cm Ø  
einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
Kollektorblende: 15 mm abgeblendet  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Exposzeit: 1 Min.  
Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 35/6₂  
Serienschnitt: Nr. 117 (510)

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 38**

pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Bucco-lingualer Längsschnitt durch  
die Zahnanlage (zweiten Zahnbecher)  
Schnitttrichtung quer durch den Kiefer  
Rinderfötus Rif. Nr. 311, ♀  
29,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensor: —  
Kondensorblende: offen  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor H 100, in Fassung 6 cm Ø  
einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
Kollektorblende: 15 mm abgeblendet  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Exposzeit: 45 Sek.  
Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 35/6₃  
Serienschnitt: Nr. 151 (623)

TAFEL XII

**Fig. 1. Aufnahme (Platte) Nr. 35**

pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
Schnitttrichtung von vorn nach hinten  
Rinderfötus Rif. Nr. 274, ♀  
34,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensor: —  
Kondensorblende: 15  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 8

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor H 100, in Fassung 6 cm Ø  
einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
Kollektorblende: 15  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Exposzeit: 12 Sek.  
Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. XVII/4  
Serienschnitt: Nr. 11

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 36apr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 156, ♂  
 38,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 15

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: Momentaufnahme, Rollverschluss  
 Vergrößerung: 8 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 1/5  
 Serienschnitt: Nr. 81

**Tafel XIII****Molar mo. 1**

Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung beziehen:

hi. = hinten  
 vo. = vorn

dist. = distal  
 prox. = proximal

lab. = labial bzw. bukkal  
 ling. = lingual

Erklärungen der Verweisziffern:

1 = äusseres Schmelzepithel  
 2 = inneres Schmelzepithel  
 3 = Schmelzpulpa  
 4 = Schmelzorganstiel  
 5 = Papillarkörper  
 14 = Kundengrubenanlage  
 18 = Bindegewebe  
 21 = Zahnkomponente 1  
 22 = Zahnkomponente 2  
 37 = Kundengrubenanlage

46 = linguale Becherwand  
 48 = bukkale Becherwand  
 49 = Schmelzorgan  
 52 = Pulpagewebe  
 58 = «Zahnsäckchen»-Anlage  
 68 = Sekundärpapille, Komponente 1  
 69 = Sekundärpapille, Komponente 2  
 89 = Auflockerung des äusseren Schmelzepithels  
 93 = zukünftige Zahnsäckchenanlage

**TAFEL XIII****Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 91

mo. 1, Oberkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal zum Kiefer-  
 rand  
 Rinderfötus Rif. No. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, 1:5, n. Ap. 0,1, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 10 Min.  
 Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 33/10<sub>2</sub>  
 Serienschnitt: Nr. 26

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 92

mo. 1, Oberkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal zum Kiefer-  
 rand  
 Rinderfötus Rif. No. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

## XIV

Obj.: Z. Apochr. 10, 1:5, n. Ap. 0,1, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Hilfskolektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H. 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
 Kollektorblende: geöffnet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 16 Min.  
 Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 33,102  
 Serienschritt: Nr. 27

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 40**mo. 1, Oberkiefer

Bucco-lingualer Schnitt durch die  
 Zahnanlage  
 Schnittrichtung quer durch den Kiefer  
 Rinderfötus Rif. Nr. 311, ♀  
 29,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, 1:5, n. Ap. 0,1, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorblende: 0,6  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
 Kollektorblende: 15 mm abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 85 Sek.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 35/6<sub>3</sub>  
 Serienschritt: Nr. 163 (687)

**Fig. 4. Aufnahme (Platte) Nr. 39a**mo. 1, Oberkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 274, ♀  
 34,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, 1:5, n. Ap. 0,1, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: +  
 Kondensorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 6

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm Ø  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 7 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. XVII/4  
 Serienschritt: Nr. 1110

**Tafel XIV****Prämolar  $\overline{\text{pr. 2}}^d$** 

Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung beziehen:

hi. = hinten  
 vo. = vorn

dist. = distal  
 prox. = proximal

lab. = labial bzw. bukkal  
 ling. = lingual

xx = Umschlagstellen des äussern Schmelzepithels

Erklärungen der Verweisziffern:

1 = äusseres Schmelzepithel  
 2 = inneres Schmelzepithel  
 3 = Schmelzpulpa  
 4 = Schmelzorganstiel  
 5 = Papillarkörper  
 6 = Odontoblastenschicht  
 10 = Stratum germinativum des Oberflächenepithels  
 11 = Stratum corneum

18 = Bindegewebe  
 18' = subepitheliales Bindegewebe  
 39 = subkutanes Bindegewebe  
 49 = Schmelzorgan  
 58 = Zahnsäckchen  
 88 = Abschnürung (Knoten) des Stratum corneum  
 89 = Auflockerung des äussern Schmelzepithels

## TAFEL XIV

**Fig. 1. Aufnahme (Platte) Nr. 41**pr. 2<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage

Schnitttrichtung von vorn nach hinten

Rinderfötus Rif. Nr. 313, ♀

14,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr., 10, n. Ap. 0,30, 16 mm

Oc.: —

Tubus: kleinster Tubus

Kondensor: +

Kondensorblende: leicht geschlossen

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø

Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H. 100, in Fassung 6 cm Ø

einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 (6) cm

Kollektorblende: 5,5

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 10 Min.

Vergrößerung: 50 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. XX/Ia

Serienschnitt: Nr. 4

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 43**pr. 2<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage

Schnitttrichtung von vorn nach hinten

Rinderfötus Rif. Nr. 381, ♀

25,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr., 10, n. Ap. 0,30, 16 mm

Oc.: —

Tubus: kleinster Tubus

Kondensor: +

Kondensorblende: leicht geschlossen

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø

Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 4,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H. 100, in Fassung 6 cm Ø

einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 (6) cm

Kollektorblende: 5,5

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 10 Min.

Vergrößerung: 50 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. 26/3 bb

Serienschnitt: Nr. 15

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 93**pr. 2<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage

Schnitttrichtung von vorn nach hinten

Rinderfötus Rif. Nr. 312, ♂

23,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr., 10, n. Ap. 0,30, 16 mm

Oc.: —

Tubus: mittlerer

Kondensor: +

Kondensorblende: —

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø

Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H. 100, in Fassung 6 cm Ø

einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 (6) cm

Kollektorblende: offen

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 10 Min.

Vergrößerung: 50 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. 32

Serienschnitt: Nr. 3

**Fig. 4. Aufnahme (Platte) Nr. 94**pr. 2<sup>d</sup>, Unterkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage

Schnitttrichtung horizontal zum Kieferrand

Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂

26,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr., 10, n. Ap. 0,30, 16 mm

Oc.: —

Tubus: mittlerer

Kondensor: +

Kondensorblende: offen

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø

Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H. 100, in Fassung 6 cm Ø

einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 (6) cm

Kollektorblende: offen

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 10 Min.

Vergrößerung: 50 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. 34/11

Serienschnitt: Nr. 20

**Tafeln XV—XVII****Prämolar  $\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$** 

Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung beziehen:

hi. = hinten

dist. = distal

lab. = labial bezw. bukkal

vo. = vorn

prox. = proximal

ling. = lingual

xx = Umschlagstellen des äusseren Schmelzepithels

Erklärungen der Verweisziffern:

1 = äusseres Schmelzepithel

24 = Schmelzepithel

2 = inneres Schmelzepithel

39 = subkutanes Bindegewebe (Alveolenanlage)

3 = Schmelzpulpa

49 = Schmelzorgan

4 = Schmelzorganstiel

50 = Schmelz

5 = Papillarkörper

52 = Pulpagewebe

6 = Odontoblastenschicht

70 = vorderer Teil des Zahnes

7 = Dentin

71 = hinterer Teil des Zahnes

8 = unverkalktes Dentin

72 = Zahnhöcker

9 = verkalktes Dentin

73 = Falte an der Zahnwand

10 = Stratum germinativum

74 = Wandfalte 1

11 = Stratum corneum

75 = Wandfalte 2

18 = Bindegewebe

88 = Abschnürung (Knotenbildung) des Stratum corneum

18' = subepitheliales Bindegewebe

20 = Knochenspongiosa

**TAFEL XV****Fig. 1. Aufnahme (Platte) Nr. 96**

$\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$ , Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage

Schnittrichtung von vorn nach hinten

Rinderfötus Rif. Nr. 395, ♂

10,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr., 10, 1:5, n. Ap. 0,30, 16 mm

Oc.: —

Tubus: mittlerer

Kondensor: —

Kondensorblende: offen

Mattscheibe: +

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 mm Ø

Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø

einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm

Kollektorblende offen;

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 10 Min.

Vergrößerung: 50 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. 38/7

Serienschnitt: Nr. 21 (78)

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 48**

$\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$ , Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage

Schnittrichtung von vorn nach hinten

Rinderfötus Rif. Nr. 383, ♂

18,7 cm K.S.L.

Obj.: L. 24 mm, Mikroplanar

Oc.: —

Tubus: mittlerer

Kondensor: —

Kondensorblende: offen

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 mm Ø

Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø

einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm

Kollektorblende: ca. 25

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 45 Sek.

Vergrößerung: 50 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. 28/2 ce

Serienschnitt: Nr. 11

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 46**pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 369, ♀  
 19,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, 1:5, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: +  
 Kondensatorblende: leicht geschlossen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Min.  
 Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 22/3a  
 Serienschnitt: Nr. 11

**Fig. 4. Aufnahme (Platte) Nr. 95**pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 312, ♂  
 23,0 cm K.S.L.

Obj.: L. Mikroplanar, 24 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: +  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 mm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.:

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 3 Min.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 32  
 Serienschnitt: Nr. 6

## TAFEL XVI

**Fig. 1. Aufnahme (Platte) Nr. 50**pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 274, ♀  
 34,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: ca. 15  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: bis auf 25 cm abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 55 Sek.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. XVIII/4a  
 Serienschnitt: Nr. 11

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 54**pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 156, ♂  
 38,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: ca. 15  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: leicht abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 35 Sek.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 4<sup>5c</sup>  
 Serienschnitt: Nr. 23

## XVIII

**Fig. 3.** Aufnahme (Platte) Nr. 53pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 156, ♂  
 38,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorblende: ca. 15  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: leicht abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 45 Sek.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. IV/5c  
 Serienschritt: Nr. 19

**Fig. 4.** Aufnahme (Platte) Nr. 52pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 156, ♂  
 38,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: leicht abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 50 Sek.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. III/5a  
 Serienschritt: Nr. 22

## TAFEL XVII

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 49pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 381, ♀  
 25,0 cm K.S.L.

Obj.: L. Mikroplanar, 24 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 45 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 26/3ff  
 Serienschritt: Nr. 13

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 97pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal zum Kieferrand  
 Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♀  
 26,0 cm K.S.L.

Obj.: L. Mikroplanar, 24 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorblende: offen  
 Mattscheibe: +  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 14

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Min.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 34/11  
 Serienschritt: Nr. 26

**Fig. 3.** Aufnahme (Platte) Nr. 98pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage

Schnittrichtung horizontal zum Kieferrand

Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂

26,0 cm K.S.L.

Obj.: L. Mikroplanar, 24 mm

Oc.: —

Tubus: mittlerer

Kondensor: —

Kondensorbende: offen

Mattscheibe: +

Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 h

Iris-(Leuchtfeld-) bl.: 14

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø

einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm

Kollektorbende: offen

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 2 Min.

Vergrößerung: 20 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. 34/11

Serienschnitt: Nr. 30

**Tafeln XVIII—XXIII****Prämolar pr. 4<sup>d</sup>**

Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung beziehen:

hi. = hinten

dist. = distal

lab. = labial bzw. bukkal

vo. = vorn

prox. = proximal

ling. = lingual

xx = Umschlagstellen des äussern Schmelzepithels

Erklärungen der Verweisziffern:

- |  |  |
|--|--|
| 1 = äusseres Schmelzepithel                              | 43 = vordere seitliche Wand, Zahnbecher 2  |
| 2 = inneres Schmelzepithel                               | 44 = hintere seitliche Wand, Zahnbecher 2  |
| 3 = Schmelzpulpa   | 46 = bukkale Becherwand  |
| 4 = Schmelzorganstiel                                    | 48 = linguale Becherwand   |
| 5 = Papillarkörper                                       | 49 = Schmelzorgan  |
| 6 = Odontoblastenschicht                                 | 50 = Schmelz (Substantia adamantina)   |
| 7 = Dentin   | 51 = Hauptleiste an der Zahnbecherwand   |
| 8 = unverkalktes Dentin                                  | 52 = Pulpagewebe   |
| 9 = verkalktes Dentin                                    | 58 = Zahnsäckchen  |
| 10 = Stratum germinativum                                | 61 = hintere seitliche Wand, Zahnbecher 1  |
| 11 = Stratum corneum                                     | 63 = Komponente 2, linguale Becherwand   |
| 17 = Mundhöhlenspalte                                    | 76 = Zahnbecherwand, Komponente 1 (auf Taf. XXI,<br>Fig. 1 Zahnbecherwand, Komponente 3) |
| 18 = Bindegewebe   | 77 = Zahnbecherwand, Komponente 3  |
| 18' = subepitheliales Bindegewebe                        | 78 = Kundengrube, gebildet von der ersten<br>Zahnkomponente                              |
| 20 = Knochenspongiosa (Knochenwand der Zahn-<br>alveole) | 79 = Kundengrube, gebildet von der zweiten<br>Zahnkomponente                             |
| 21 = Zahnkomponente 1                                    | 80 = Kundengrube, gebildet von der dritten<br>Zahnkomponente                             |
| 22 = Zahnkomponente 2                                    | 81 = vordere seitliche Wand des Zahnbeckers  |
| 24 = Schmelzepithel                                      | 82 = hintere seitliche Wand des Zahnbeckers  |
| 25 = Pulpa   | 83 = Hauptleiste an der lingualen Becherwand   |
| 30 = Stratum corneum, Oberkiefer                         | 84 = Verbindungswandstück zwischen der ersten<br>und zweiten Zahnkomponente              |
| 31 = Stratum corneum, Unterkiefer                        | 85 = Kundengrubenhohlraum  |
| 32 = Becherwand der Zahnkomponente 1                     | 88 = Abschnürung (Knoten) vom Hornepithel  |
| 33 = Becherwand der Zahnkomponente 2                     | 89 = Auflockerung des äusseren Schmelzepithels   |
| 35 = Zwischenstrebepeileranlage                          | 90 = Schmelzpulpa zwischen zwei Zahnbeckern  |
| 37 = Kundengrube   | 91 = intradentaler Stützpeiler   |
| 38 = seitliche Wandung, Zahnbecher 1                     |  |
| 39 = subkutanes Bindegewebe                              |  |
| 40 = vordere seitliche Wandung, Zahnbecher 1             |  |
| 41 = Komponente 1, Kundengrubenwand                      |  |
| 42 = Komponente 2, Kundengrubenwand                      |  |

## TAFEL XVIII

**Fig. 1. Aufnahme (Platte) Nr. 103**pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 395, ♂  
 10,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: +  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 5,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: geöffnet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 6 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 38/7  
 Serienschnitt: Nr. 29 (90)

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 104**pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 395, ♂  
 10,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: +  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: +  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 6,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: Z  
 Kollektorblende:  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 6 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 38/7  
 Serienschnitt: Nr. 30 (91)

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 105**pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 395, ♂  
 10,5 cm K. S. L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: +  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 5,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: geöffnet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 6 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 38/7  
 Serienschnitt: Nr. 34 (96)

**Fig. 4. Aufnahme (Platte) Nr. 106**pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 395, ♂  
 10,5 cm K. S. L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: +  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 5,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: geöffnet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 6 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 38/7  
 Serienschnitt: Nr. 33 (94)

## TAFEL XIX

**Fig. 1. Aufnahme (Platte) Nr. 56**pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 313, ♀  
 14,5 cm K.S.L.

Obj.: Mikroplanar L. 24 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: 15 mm  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 8 mm

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 15,5 (6) cm  
 Kollektorblende: leicht abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 12 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. XX/1a  
 Serienschnitt: Nr. 3

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 59**pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 384, ♀  
 16,7 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 4,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: auf ca. 15 abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 15 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 30/2bb  
 Serienschnitt: Nr. 19

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 58**pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 384, ♀  
 16,7 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 4,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: auf ca. 15 abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 15 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 30/2bb  
 Serienschnitt: Nr. 16

**Fig. 4. Aufnahme (Platte) Nr. 60**pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 383, ♂  
 18,7 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: auf ca. 15 abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 35 Sek.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 28/2 cc  
 Serienschnitt: Nr. 12

## TAFEL XX

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 101pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 312, ♂  
 23,0 cm K.S.L.

Obj.: Mikrotar Z, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kolektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kolektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 25 Sek.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: 32/9  
 Serienschritt: Nr. 13

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 102pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 312, ♂  
 29,0 cm K.S.L.

Ob.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kolektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kolektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 25 Sek.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: 32/9  
 Serienschritt: Nr. 15

## TAFEL XXI

**Fig. 1.<sup>1</sup>** Aufnahme (Platte) Nr. 62pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 381, ♀  
 25,0 cm K.S.L.

Ob.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kolektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kolektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 28 Sek.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 26/3 bb  
 Serienschritt: Nr. 13

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 108pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal zum Kieferrand  
 Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

<sup>1</sup> NB. Auf Taf. XXI, Fig. 1, ist die zweite Hälfte des Verweisstriches zu Nr. «81» undeutlich.

Ob.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 12

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 3 Sek.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: 34/11  
 Serienschritt: Nr. 16

**Fig. 3.** Aufnahme (Platte) Nr. 110

pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal zum Kieferrand  
 Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

Ob.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 12

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: geöffnet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit 3 Sek.  
 Vergrößerung: 10 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: 34/11  
 Serienschritt: Nr. 29

TAFEL XXII

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 64

pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 274, ♀  
 34,5 cm K.S.L.

Ob.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 23,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: etwas abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 30 Sek.  
 Vergrößerung: 5,5 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. XVIII/4 a  
 Serienschritt: Nr. 14

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 65

pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 156, ♂  
 38,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 23,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: etwas abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 15 Sek.  
 Vergrößerung: 5,5 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. III/5 a  
 Serienschritt: Nr. 34

TAFEL XXIII

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 66

pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 156, ♂  
 38,0 cm K.S.L.

## XXIV

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 23,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorbende: etwas abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 15 Sek.  
 Vergrößerung: 5,5 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. IV/5 c  
 Serienschritt: Nr. 22

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 67**  
 pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 156, ♂  
 38 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 70 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 25

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorbende: etwas abgeblendet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 15 Sek.  
 Vergrößerung: 5,5 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. III/5 a  
 Serienschritt: Nr. 30

### Tafeln XXIV—XXVII

#### Molar mo. 1, Prämolare pr. 3<sup>d</sup> Oberkiefer und Prämolare pr. 4<sup>d</sup> Unterkiefer, sowie Differenzierungen an der Zahnleiste

Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung beziehen:

hi. = hinten	dist. = distal	lab. = labial bzw. bukkal
vo. = vorn	prox. = proximal	ling. = lingual

xx = Umschlagstellen des äusseren Schmelzepithels

Erklärungen der Verweisziffern:

- |   |   |
|---|---|
| a) = vorderer Teil der Becherwand                   | 43 = vordere seitliche Wand, Zahnbecher 2   |
| b) = hinterer Teil der Becherwand                   | 44 = hintere seitliche Wand, Zahnbecher 2   |
| h. ko. = hintere Zahnkomponente                     | 45 = seitliche Becherwand   |
| vo. ko. = vordere Zahnkomponente                    | 46 = linguale Becherwand (auf Taf. XXVI, Fig. 1, bedeutet Zahl rechts unten [hi. ko.] in der Figur die bukkale bzw. labiale Becherwand) |
| 1 = äusseres Schmelzepithel                         | 48 = bukkale Becherwand   |
| 2 = inneres Schmelzepithel                          | 49 = Schmelzorgan   |
| 3 = Schmelzpulpa                                    | 54 = Knochenspongiosa, alveolarer Rand  |
| 4 = Schmelzorganstiel                               | 56 = Kundengrubengrund  |
| 5 = Papillarkörper                                  | 58 = Zahnsäckchenanlage   |
| 6 = Odontoblastenschicht                            | 60 = gemeinsame Becherscheidewand   |
| 10 = Stratum germinativum                           | 61 = hintere seitliche Wand, Zahnbecher 1   |
| 11 = Stratum corneum                                | 68 = Sekundärpapille, Komponente 1  |
| 18 = Bindegewebe                                    | 69 = Sekundärpapille, Komponente 2  |
| 18' = subepitheliales Bindegewebe                   | 77 = Komponente (Zahnbecher) 3  |
| 20 = Knochenspongiosa (Knochenwand der Zahnalveole) | 78 = Kundengrube, gebildet von der ersten Komponente  |
| 21 = Zahnkomponente (Becher 1)                      | 79 = Kundengrube, gebildet von der zweiten Komponente   |
| 22 = Zahnkomponente (Becher 2)                      | 82 = hintere seitliche Wand des Zahnbeckers   |
| 24 = Schmelzepithel                                 | 86 = Stelle der Zahnpapillenanlage  |
| 26 = Mundhöhle                                      | 87 = zukünftiges äusseres Schmelzepithel  |
| 32 = Becherwand der Zahnkomponente 1                |   |
| 33 = Becherwand der Zahnkomponente 2                |   |
| 37' = Kundengrube, Zahnbecher 1                     |   |
| 40 = vordere seitliche Wand, Zahnbecher 1           |   |

88 = Abschnürung vom Stratum corneum  
 («Epithelperle»)  
 92 = zukünftiges inneres Schmelzepithel  
 93 = zukünftige Zahnsäckchenanlage  
 98 = Zahnleiste  
 98' = linguales Blatt, Zahnleiste

98'' = bukkales Blatt, Zahnleiste  
 99 = linguale Nebenleiste  
 105 = distal vom Stratum germinativum gelegener  
 Schmelzleistenrand  
 106 = interlaminiäre Zelllage

## TAFEL XXIV

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 115

mo. 1, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnitttrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 395, ♂  
 10,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: + (2,4 cm vom Objektivtisch entfernt)  
 Kondensorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 25 Min.  
 Vergrößerung: 80 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 38/7  
 Serienschritt: Nr. 39 (105)

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 70

mo. 1, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnitttrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 381, ♀  
 25,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: kleinerer  
 Kondensator: + (beinahe vorn)  
 Kondensorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 3,5 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 26/3 bb  
 Serienschritt: Nr. 24

**Fig. 3.** Aufnahme (Platte) Nr. 82apr. 3<sup>d</sup> vom Ober- u. pr. 4<sup>d</sup> vom Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnitttrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 395, ♂  
 10,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 3 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 38 (Nachtr. 12)  
 Serienschritt: 35 (98)

## TAFEL XXV

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 111

mo. 1, Unterkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnitttrichtung horizontal zum Kieferrand  
 Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

## XXVI

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: + (2,4 cm vom Objektivtisch entfernt)  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kolektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kolektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 8 Min.  
 Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 34/11  
 Serienschritt: Nr. 4

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 112**

mo. 1, Unterkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal zum Kieferrand  
 Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: + (2,4 cm vom Objektivtisch entfernt)  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kolektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kolektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 8 Min.  
 Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 34/11  
 Serienschritt: Nr. 5

## TAFEL XXVI

**Fig. 1. Aufnahme (Platte) Nr. 113**

mo. 1, Unterkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal zum Kieferrand  
 Rinderfötus Rif. Nr. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: + (2,4 cm vom Objektivtisch entfernt)  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kolektor: I a, 12,5 (6)  
 Kolektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 8 Min.  
 Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 34/11  
 Serienschritt: Nr. 6

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 114**

mo. 1, Unterkiefer

Querschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung horizontal zum Kieferrand  
 Rinderfötus Rif. No. 317, ♂  
 26,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: + (2,4 cm vom Objektivtisch entfernt)  
 Kondensorbende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskolektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kolektor: I a, 12,5 (6) cm  
 Kolektorblende: geöffnet  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 8 Min.  
 Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 34/11  
 Serienschritt: Nr. 7

## TAFEL XXVII

**Fig. 1. Aufnahme (Platte) Nr. 71a**

mo. 1, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage

Schnitttrichtung von vorn nach hinten

Rinderfötus Rif. Nr. 274, ♀

34,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 1,5, n. Ap. 0,1

Oc.: —

Tubus: mittlerer

Kondensator: —

Kondensatorblende: offen

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø

Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø

einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 (6) cm

Kollektorblende: geöffnet

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 30 Sek.

Vergrößerung: 14 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. XVIII/4 a

Serienschnitt: Nr. 14

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 72**

mo. 1, Unterkiefer

Längsschnitt durch die Zahnanlage

Schnitttrichtung von vorn nach hinten

Rinderfötus Rif. Nr. 274, ♀

34,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 1:5, n .Ap. 0,1, 35 mm

Oc.: —

Tubus: mittlerer

Kondensator: —

Kondensatorblende: offen

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø

Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 4,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø

einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 (6) cm

Kollektorblende: geöffnet

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 17 Sek.

Vergrößerung: 14 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. XVIII/4 a

Serienschnitt: Nr. 15 f

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 142**

Zahnleiste mit «Epithelperlen»

Labio-lingualschnitt durch die Zahnleiste bzw. den Oberkiefer

Rinderfötus Rif. Nr. 387, ♂

17,6 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm

Oc.: —

Tubus: mittlerer

Kondensator: +

Kondensatorblende: —

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø

Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø

einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 (6) cm

Kollektorblende: offen

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 9 Min.

Vergrößerung: 60 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. 51

Serienschnitt: unbez.

**Fig. 4. Aufnahme (Platte) Nr. 143**

Zahnleiste mit Differenzierung des zwischen lingualem und bukkalem Blatt gelegenen Gewebes («Epithelperle»)

Labio-lingualschnitt durch die Zahnleiste bzw. den Oberkiefer

Rinderfötus Rif. Nr. 387, ♂

17,6 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm

Oc.: —

Tubus: mittlerer

Kondensator: +

Kondensatorblende: —

Mattscheibe: —

Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b

Zentrierlinse: Z 20, in Fassung 6 cm Ø

Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø

einlinsiger Kollektor: Ia, 12,5 (6) cm

Kollektorblende: offen

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 10,5 Min.

Vergrößerung: 60 × nat. Gr.

Präp.Se.bez.: Se. 51

Serienschnitt: unbez.

## Tafeln XXVIII—XXXII

Prämolare pr. 2<sup>d</sup>, pr. 3<sup>d</sup> und pr. 4<sup>d</sup>;  $\overline{\text{pr.}} 2^d$ ,  $\overline{\text{pr.}} 3^d$ ,  $\overline{\text{pr.}} 4^d$  und  $\overline{\text{mo.}} 1$ ; ferner Prämolare  $\overline{\text{pr.}} 1^d$  und Schneidezahnanlagen

Die Tafeln XXVIII und XXIX beziehen sich auf Zahnanlagen am Oberkiefer.

Die Tafeln XXX und XXXI enthalten Schnittbilder von Zahnanlagen des Unterkiefers.

Tafel XXXII enthält Bilder, die sich auf verschiedene Backenzahn- und Schneidezahnanlagen beziehen.

Abkürzungen, die sich auf die räumliche Orientierung beziehen:

hi. = hinten

dist. = distal

lab. = labial bzw. bukkal

vo. = vorn

prox. = proximal

ling. = lingual

lat. = lateral

med. = medial

$\curvearrowright$  = Kurve, Richtung der Drehung der Zahnanlage angehend

$\begin{array}{l} \nearrow \\ \searrow \end{array}$  = Axen durch den Zahnkeim

$\overline{i_1^d}$  = medianer vorderster Schneidezahn

$\overline{i_2^d}$  = innerer mittlerer Schneidezahn

$\overline{i_3^d}$  = äusserer mittlerer Schneidezahn

$\overline{c_1^d}$  = echter Eckzahn

} sämtliche Zahnanlagen Vertreter von Anlagen im Milchgebiss

Erklärungen der Verweisziffern:

1 = äusseres Schmelzepithel

2 = inneres Schmelzepithel

3 = Schmelzpulpa

4 = Schmelzorganstiel

5 = Papillarkörper

6 = Odontoblastenschicht

9 = verkalktes Dentin

10 = Stratum germinativum<sup>1</sup>

11 = Stratum corneum

12 = labiale (bukkale) Zahnbecherwand

13 = linguale Zahnbecherwand

14 = Kundengrubenanlage

18 = Bindegewebe

18' = subepitheliales Bindegewebe

19 = Bindegewebe (Zahnalveole)

20 = Knochenspongiosa (Knochenwand der Zahnalveole)

21 = Zahnkomponente 1

22 = Zahnkomponente 2

24 = Schmelzepithel

26 = Mundhöhle

43 = vordere seitliche Wand, Zahnbecher 2

44 = hintere seitliche Wand, Zahnbecher 2

46 = linguale Becherwand

48 = labiale (bukkale) Becherwand

50 = Schmelz (Substantia adamantina)

51 = Hauptschmelzleiste an der Zahnbecherwand

52 = Pulpagewebe

58 = Zahnsäckchenanlage

60 = gemeinsame Becherscheidewand

61 = hintere seitliche Wand, Zahnbecher 1

62 = linguale Becherwand, Komponente 1

63 = linguale Becherwand, Komponente 2

64 = labiale (bukkale) Becherwand, Komponente 1

65 = labiale (bukkale) Becherwand, Komponente 2

66 = Seitenschmelzleiste am Zahnbecher

68 = Sekundärpapille, Komponente 1

69 = Sekundärpapille, Komponente 2

77 = Komponente (Zahnbecher) 3

78 = Kundengrube, gebildet von der ersten Komponente

79 = Kundengrube, gebildet von der zweiten Komponente

80 = Kundengrube, gebildet von der dritten Komponente

81 = vordere seitliche Wand des Zahnbechers

88 = Schmelzknoten, Abschnürung(en) vom Stratum corneum («Epithelperle[n]»)

89 = Auflockerung des äusseren Schmelzepithels

98 = Zahnleiste

98' = Zahnleiste, linguales Blatt

98'' = Zahnleiste, labiales (bukkales) Blatt

99 = linguale Nebenleiste

100 = «Schmelzpulpaseptum» (Anlage) (Schmelzpulpazellstrang)

107 = Stück des Schmelzorgangewölbes

Auf Tafel XXXII, Fig. 2, ist der Verweisstrich zu Zahl 10 nach dem stratum germinativum nicht eingefügt.

## TAFEL XXVIII

**Fig. 1. Aufnahme (Platte) Nr. 117**pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Horizontalschnitt  
(Querschnitt) durch die Zahnanlage  
Rinderfötus Rif. Nr. 498, ♀  
11,8 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensor: ca. 2,4 cm vom Objektivtisch entfernt  
Kondensorblende: —  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Expos.zeit: 8 Min.  
Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 61  
Serienschnitt: 48

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 118**pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Horizontalschnitt durch  
die Zahnanlage (Querschnitt)  
Rinderfötus Rif. Nr. 500, ♀  
15,3 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensor: ca. 2,4 cm vom Objektivtisch entfernt  
Kondensorblende: —  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Expos.zeit: 7 Min.  
Vergrößerung: 40 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 55  
Serienschnitt: 77

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 119**pr. 2<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
Zahnanlage  
bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
Rinderfötus Rif. Nr. 387, ♂  
17,6 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensor: ca. 2,4 cm vom Objektivtisch entfernt  
Kondensorblende: —  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Expos.zeit: 6 Min.  
Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 51  
Serienschnitt: 79

**Fig. 4. Aufnahme (Platte) Nr. 120**pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Horizontalschnitt durch  
die Zahnanlage (Querschnitt)  
Rinderfötus Rif. Nr. 499, ♂  
9,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensor: ca. 2,4 cm vom Objektivtisch entfernt  
Kondensorblende: —  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Expos.zeit: 8 Min.  
Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 63  
Serienschnitt: 45

**Fig. 5.** Aufnahme (Platte) Nr. 121pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
Zahnanlage  
bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
Rinderfötus Rif. Nr. 387, ♂  
17,6 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 1:5, n. Ap. 0,1, 70 mm  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensator: —  
Kondensorblende: 1,3 cm geöffnet  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Exposzeit: 30 Sek.  
Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 51  
Serienschnitt: 196

**Fig. 6.** Aufnahme (Platte) Nr. 122pr. 3<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
Zahnanlage  
bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
Rinderfötus Rif. Nr. 387, ♂  
17,6 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 1:5, n. Ap. 0,1, 70 mm  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensator: —  
Kondensorblende: 1,3 cm geöffnet  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Exposzeit: 25 Sek.  
Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 51  
Serienschnitt: 252

## TAFEL XXIX

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 123pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Horizontalschnitt durch  
die Zahnanlage (Querschnitt)  
Rinderfötus Rif. Nr. 499, ♂  
9,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensator: ca. 2,4 cm vom Objektivtisch entfernt  
Kondensorblende: offen  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Exposzeit: 8 Min.  
Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 63  
Serienschnitt: 75

**Fig. 2.** Aufnahme (Platte) Nr. 124pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Horizontalschnitt durch  
die Zahnanlage (Querschnitt)  
Rinderfötus Rif. Nr. 360, ♀  
20,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensator: —  
Kondensorblende: —

Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5  
Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinziger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 70 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 42  
 Serienschritt: 132

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 125**

pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Horizontalschnitt durch  
 die Zahnanlage (Querschnitt)  
 Rinderfötus Rif. Nr. 360, ♀  
 20,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinziger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 50 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 42  
 Serienschritt: 146

**Fig. 4. Aufnahme (Platte) Nr. 126**

pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Horizontalschnitt durch  
 die Zahnanlage (Querschnitt)  
 Rinderfötus Rif. Nr. 360, ♀  
 20,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinziger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 40 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 42  
 Serienschritt: 154

**Fig. 5. Aufnahme (Platte) Nr. 127**

pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Horizontalschnitt durch  
 die Zahnanlage (Querschnitt)  
 Rinderfötus Rif. Nr. 360, ♀  
 20,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —  
 Kondensorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinziger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 40 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 42  
 Serienschritt: 162

**Fig. 6. Aufnahme (Platte) Nr. 128**

pr. 4<sup>d</sup>, Oberkiefer

Labio-lingualer Horizontalschnitt durch  
 die Zahnanlage (Querschnitt)  
 Rinderfötus Rif. Nr. 360, ♀  
 20,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensor: —

Kondensorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø

Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5  
 Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen

Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 40 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 42  
 Serienschritt: 167

## TAFEL XXX

**Fig. 1. Aufnahme (Platte) Nr. 129**

pr. 2<sup>d</sup> und pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer  
 Labio-lingualer Horizontalschnitt durch  
 die Zahnanlage (Querschnitt)  
 Rinderfötus Rif. Nr. 499, ♂  
 9,0 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: +  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 7 Min.  
 Vergrößerung: 40 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 64  
 Serienschritt: 75

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 130**

pr. 2<sup>d</sup>, Unterkiefer  
 Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
 Zahnanlage  
 bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
 Rinderfötus Rif. Nr. 385, ♂  
 21,4 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: +  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 8 Min.  
 Vergrößerung: 40 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 54  
 Serienschritt: 187

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 131**

pr. 2<sup>d</sup>, Unterkiefer  
 Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 356, ♂  
 49,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 50 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 66  
 Serienschritt: 18

**Fig. 4. Aufnahme (Platte) Nr. 132**

pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer  
 Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
 Zahnanlage  
 bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
 Rinderfötus Rif. Nr. 386, ♀  
 12,2 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: +  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposit.: 6 Min.  
 Vergrößerung: 40 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez. Se. 41  
 Serienschritt: 184

**Fig. 5.** Aufnahme (Platte) Nr. 133

pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
 Zahnanlage (vorderer Teil)  
 bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
 Rinderfötus Rif. Nr. 385, ♂  
 21,4 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 1:5, n. Ap. 0,1, 70 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposit.: 25 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 54  
 Serienschritt: 296

**Fig. 6.** Aufnahme (Platte) Nr. 134

pr. 3<sup>d</sup>, Unterkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
 Zahnanlage (hinterer Teil)  
 bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
 Rinderfötus Rif. Nr. 385, ♂  
 21,4 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 1:5, n. Ap. 0,1, 70 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposit.: 25 Sek.  
 Vergrößerung: 14 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 54  
 Serienschritt: 311

## TAFEL XXXI

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 136

pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
 Zahnanlage (erste Komponente)  
 bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
 Rinderfötus Rif. Nr. 387, ♂  
 17,6 cm K.L.S.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposit.: 40 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 52  
 Serienschritt: 343

**Fig. 2. Aufnahme (Platte) Nr. 137**pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
Zahnanlage (zweite Komponente)  
bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
Rinderfötus Rif. Nr. 387, ♂  
17,6 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensator: —  
Kondensorbende: —  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 Ø  
einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Exposzeit: 40 Sek.  
Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 52  
Serienschnitt: 386

**Fig. 3. Aufnahme (Platte) Nr. 138**pr. 4<sup>d</sup>, Unterkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
Zahnanlage (dritte Komponente)  
bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
Rinderfötus Rif. Nr. 387, ♂  
17,6 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensator: —  
Kondensorbende: —  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 Ø  
einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Exposzeit: 40 Sek.  
Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 52  
Serienschnitt: 457

**Fig. 4. Aufnahme (Platte) Nr. 139**

mo. 1, Unterkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
Zahnanlage  
bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
Rinderfötus Rif. Nr. 385, ♂  
21,4 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensator: +  
Kondensorbende: offen  
Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 Ø  
einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
Kollektorblende: offen  
Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
Exposzeit: 7 Min.  
Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
Präp.Se.bez.: Se. 54  
Serienschnitt: 704

**Fig. 5. Aufnahme (Platte) Nr. 140**

mo. 1, Unterkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
Zahnanlage (erster Becher)  
bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
Rinderfötus Rif. Nr. 311, ♀  
29,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
Oc.: —  
Tubus: mittlerer  
Kondensator: —  
Kondensorbende: —

Mattscheibe: —  
Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
Iris-(«Leuchtfeld») bl.: 3,5  
Kühlkuvette: +

Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt

Expos.zeit: 45 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 36  
 Serienschritt: 739

**Fig. 6.** Aufnahme (Platte) Nr. 141  
 mo. 1, Unterkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
 Zahnanlage (zweiter Becher)  
 bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
 Rinderfötus Rif. Nr. 311, ♀  
 29,5 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 35 mm, 1:5, n. Ap. 0,1  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: —  
 Kondensatorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 45 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 36  
 Serienschritt: 765

## TAFEL XXXII

**Fig. 1.** Aufnahme (Platte) Nr. 145  
 pr. 1<sup>d</sup>, Unterkiefer

Labio-lingualer Längsschnitt durch die  
 Zahnanlage  
 bzw. Querschnitt durch den Kiefer  
 Rinderfötus Rif. Nr. 386, ♀  
 12,2 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apoehr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: +  
 Kondensatorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 8 Min.  
 Vergrößerung: 50 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 41 (Nachtrag 4)  
 Serienschritt: 4

**Fig. 2.**<sup>1</sup> Aufnahme (Platte) Nr. 144

Zahnanlagen von Ober- und Unterkiefer  
 (pr. 3<sup>d</sup>, pr. 4<sup>d</sup>; pr. 2<sup>d</sup>, pr. 3<sup>d</sup> und pr. 4<sup>d</sup>)  
 Längsschnitt durch die Zahnanlagen  
 Schnittrichtung von vorn nach hinten  
 Rinderfötus Rif. Nr. 396, ♂  
 11,7 cm K.S.L.

Obj.: Z. Mikrotar, 1:5, n. Ap. 0,1, 70 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator:  
 Kondensatorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Expos.zeit: 30 Sek.  
 Vergrößerung: 20 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 39  
 Serienschritt: 89

**Fig. 3.** Aufnahme (Platte) Nr. 116

Schneide- und Eckzahnanlagen des Unter-  
 kiefers

NB. Auf Taf. XXXII, Fig. 2, ist der Verweisstrich zu Zahl Nr. «10» nach dem stratum germinativum nicht eingefügt.

Längsschnitt durch die Zahnanlagen  
 Schnittrichtung medio-lateral  
 Rinderfötus Rif. Nr. 313, ♀  
 14,5 cm K.S.L.

Obj.: L. 24 mm Mikroplanar  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator:  
 Kondensorblende: —  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 2,5 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 20  
 Serienschnitt: 4 a

**Fig. 4.** Aufnahme (Platte) Nr. 146

Schneide- und Eckzahnanlagen des Unterkiefers

Längsschnitt durch die Zahnanlage  
 Schnittrichtung medio-lateral  
 Rinderfötus Rif. Nr. 500, ♀  
 15,3 cm K.S.L.

Obj.: Z. Apochr. 10, n. Ap. 0,30, 16 mm  
 Oc.: —  
 Tubus: mittlerer  
 Kondensator: +  
 Kondensorblende: offen  
 Mattscheibe: —  
 Lichtfilter: Lifa, grün, 200 b  
 Zentrierlinse: Z. 20, in Fassung 6 cm Ø  
 Iris-(«Leuchtfeld»-) bl.: 3,5

Kühlkuvette: +  
 Hilfskollektor: H 100, in Fassung 6 cm Ø  
 einlinsiger Kollektor: I a 12,5 cm  
 Kollektorblende: offen  
 Lichtquelle: Osram, 110 Volt, 400 Watt  
 Exposzeit: 7 Min.  
 Vergrößerung: 34 × nat. Gr.  
 Präp.Se.bez.: Se. 56  
 Serienschnitt: 70

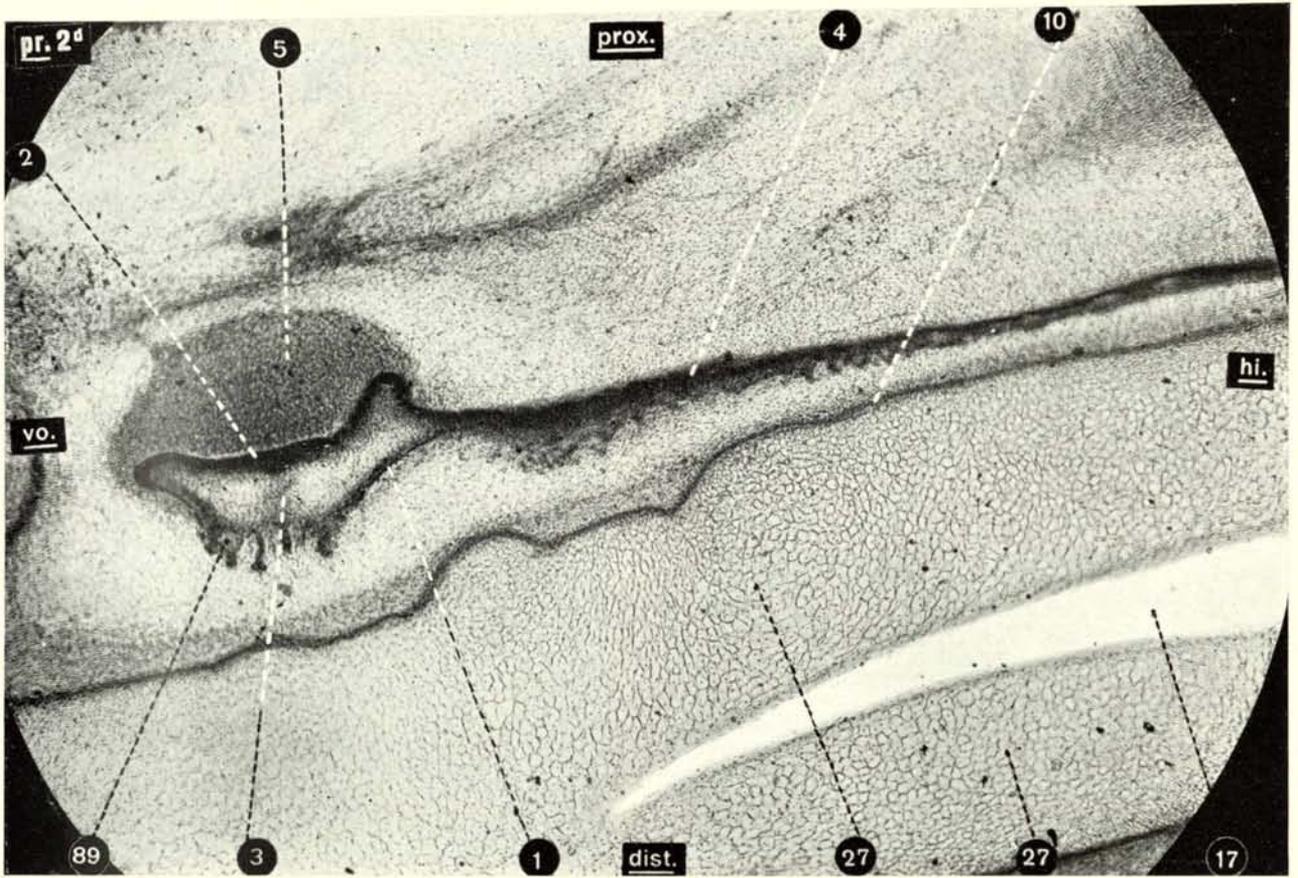


Fig. 1

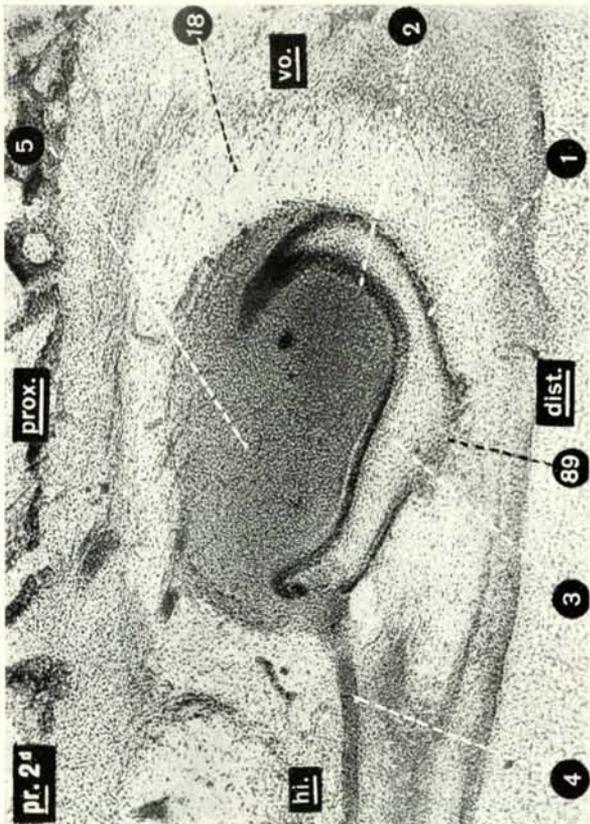


Fig. 2

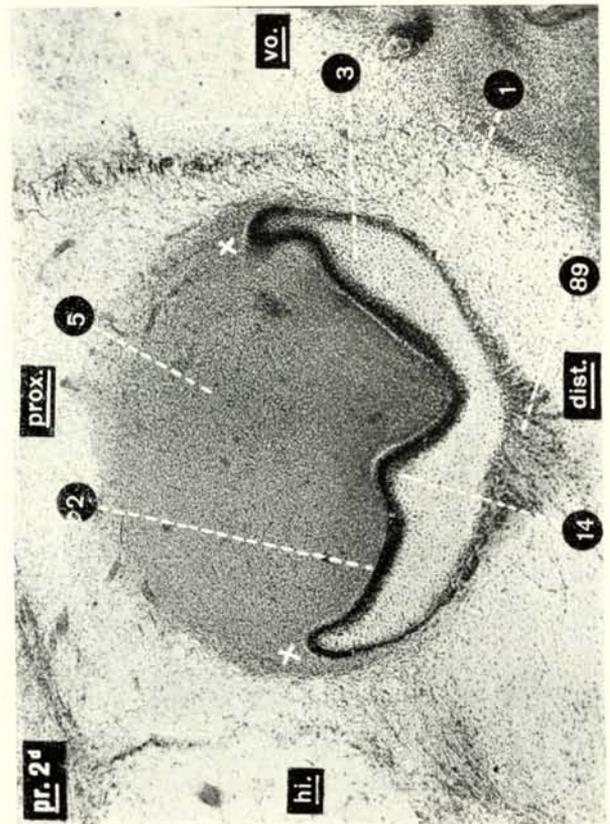


Fig. 3

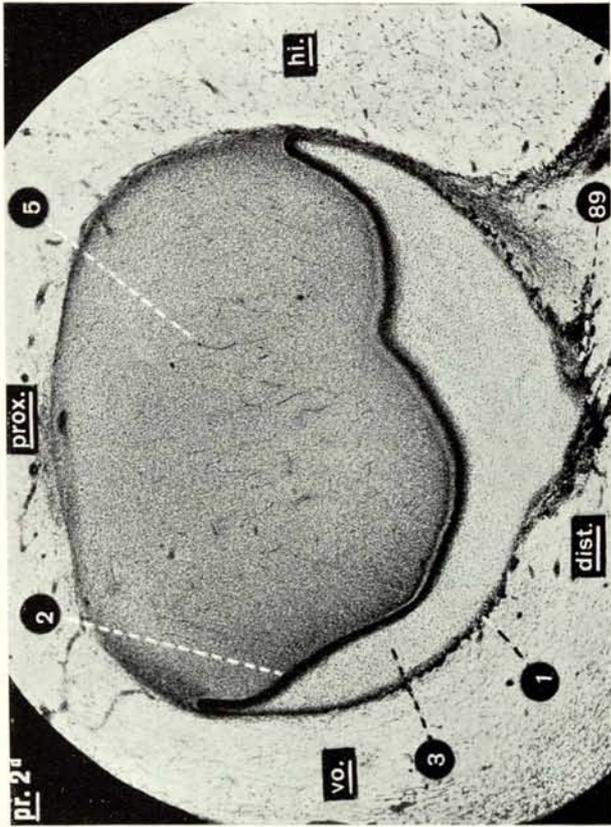


Fig. 2

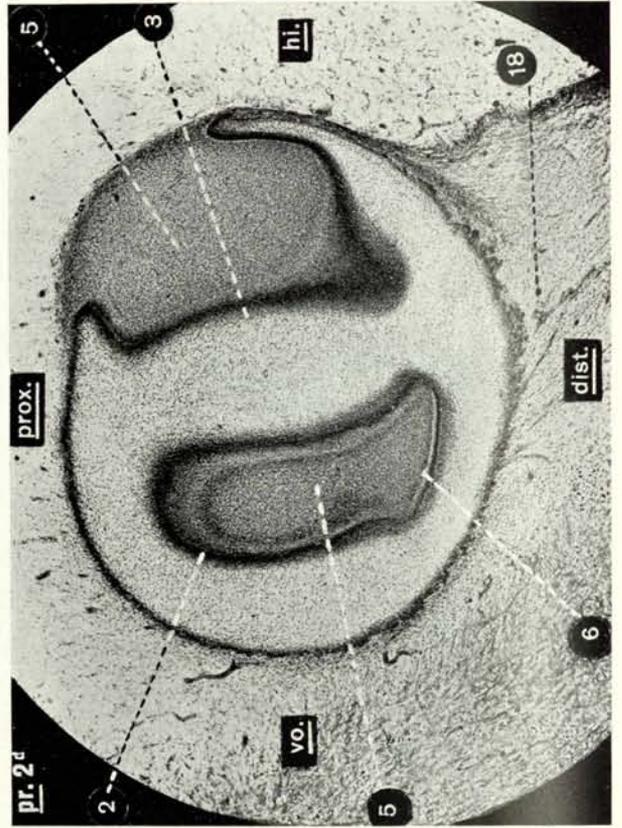


Fig. 4

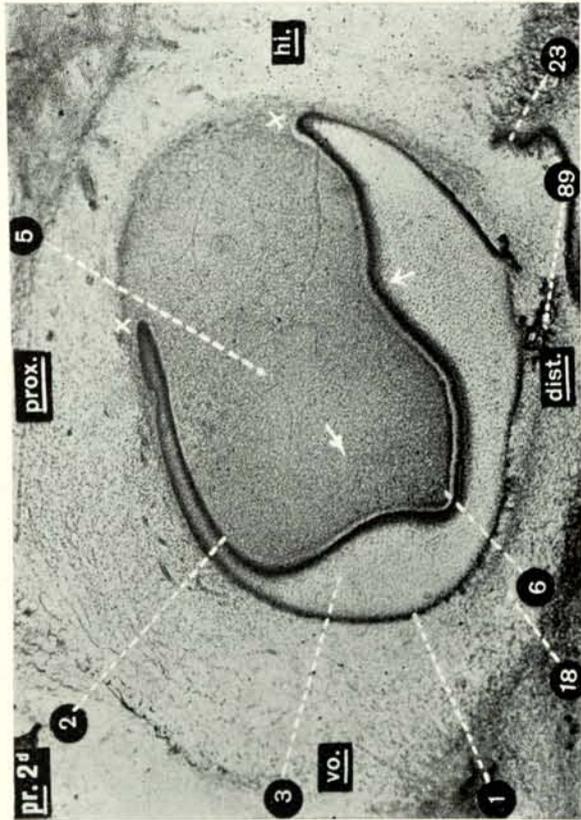


Fig. 1

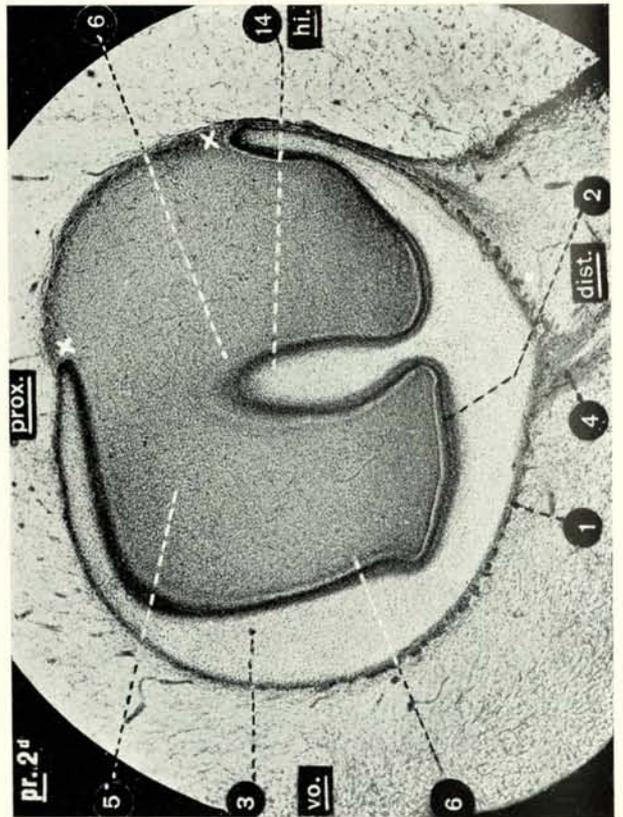


Fig. 3

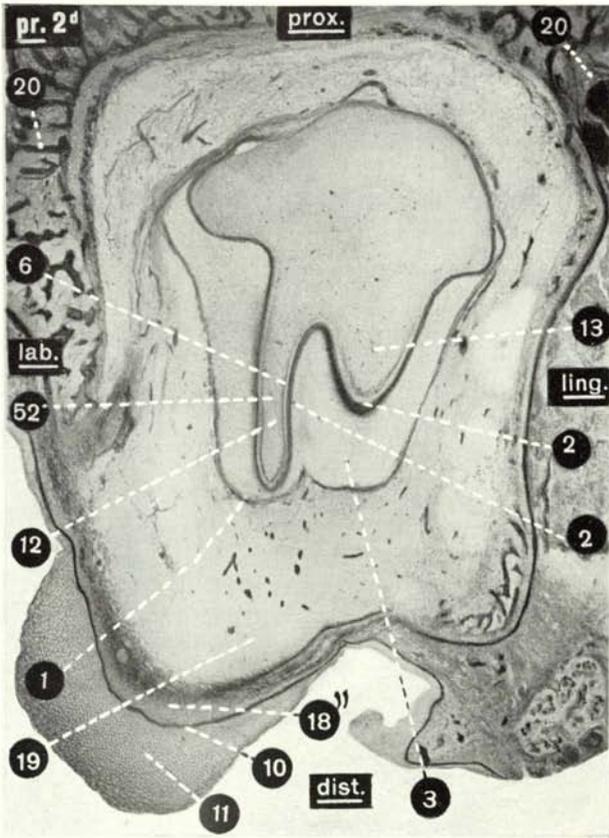


Fig. 1

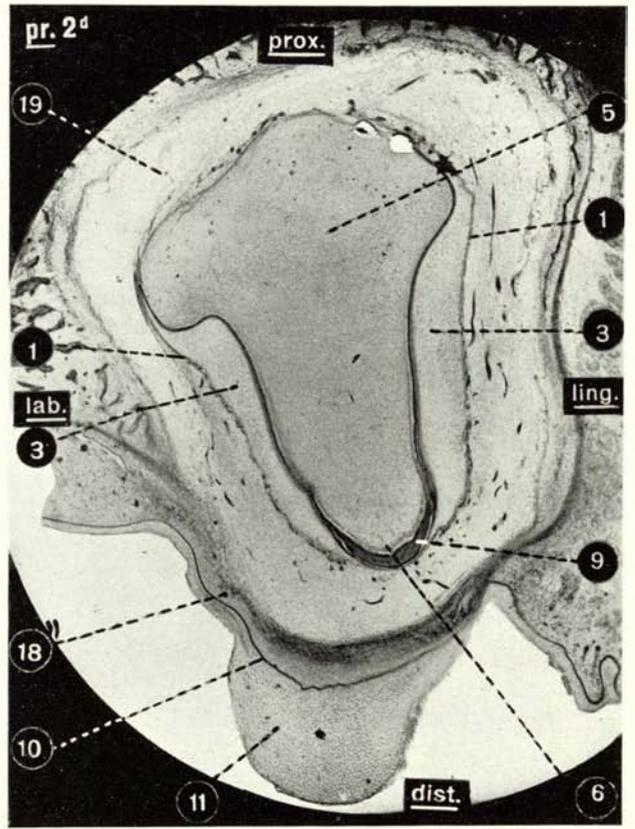


Fig. 2

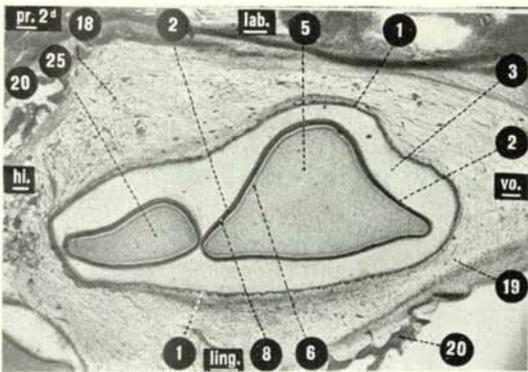


Fig. 3

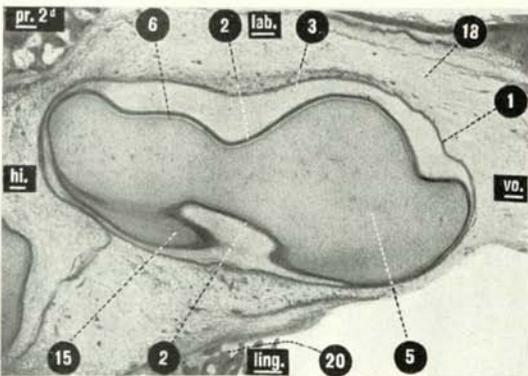


Fig. 4

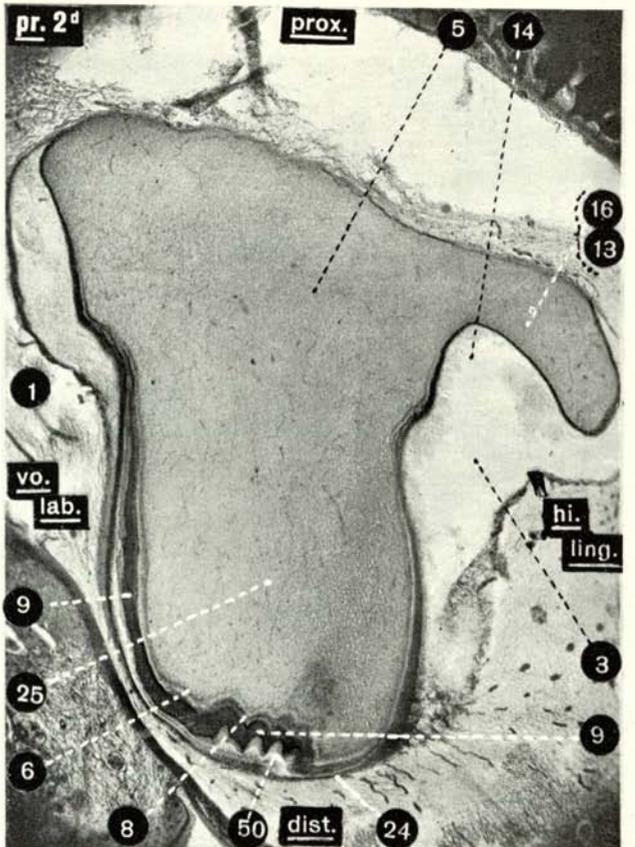


Fig. 5

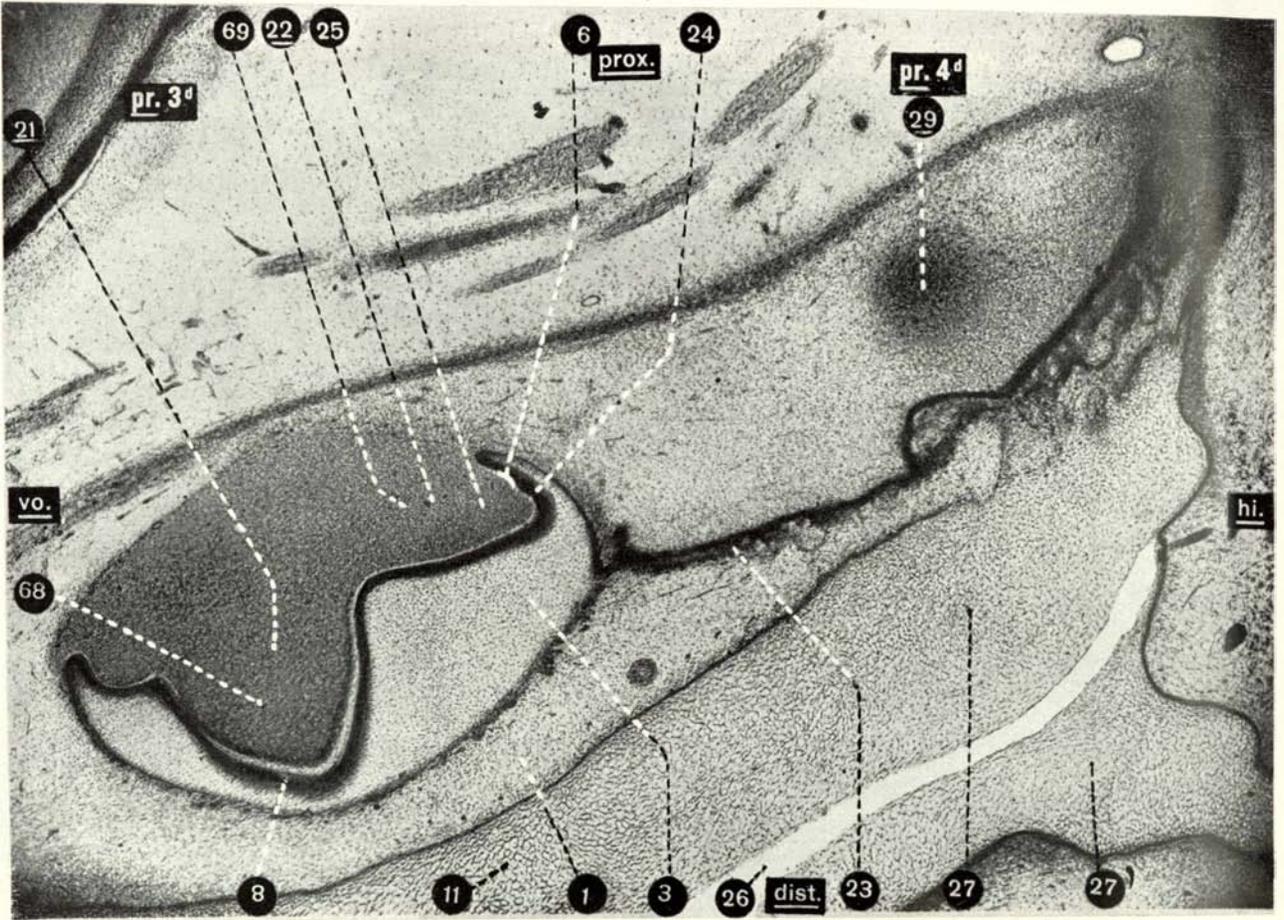


Fig. 1

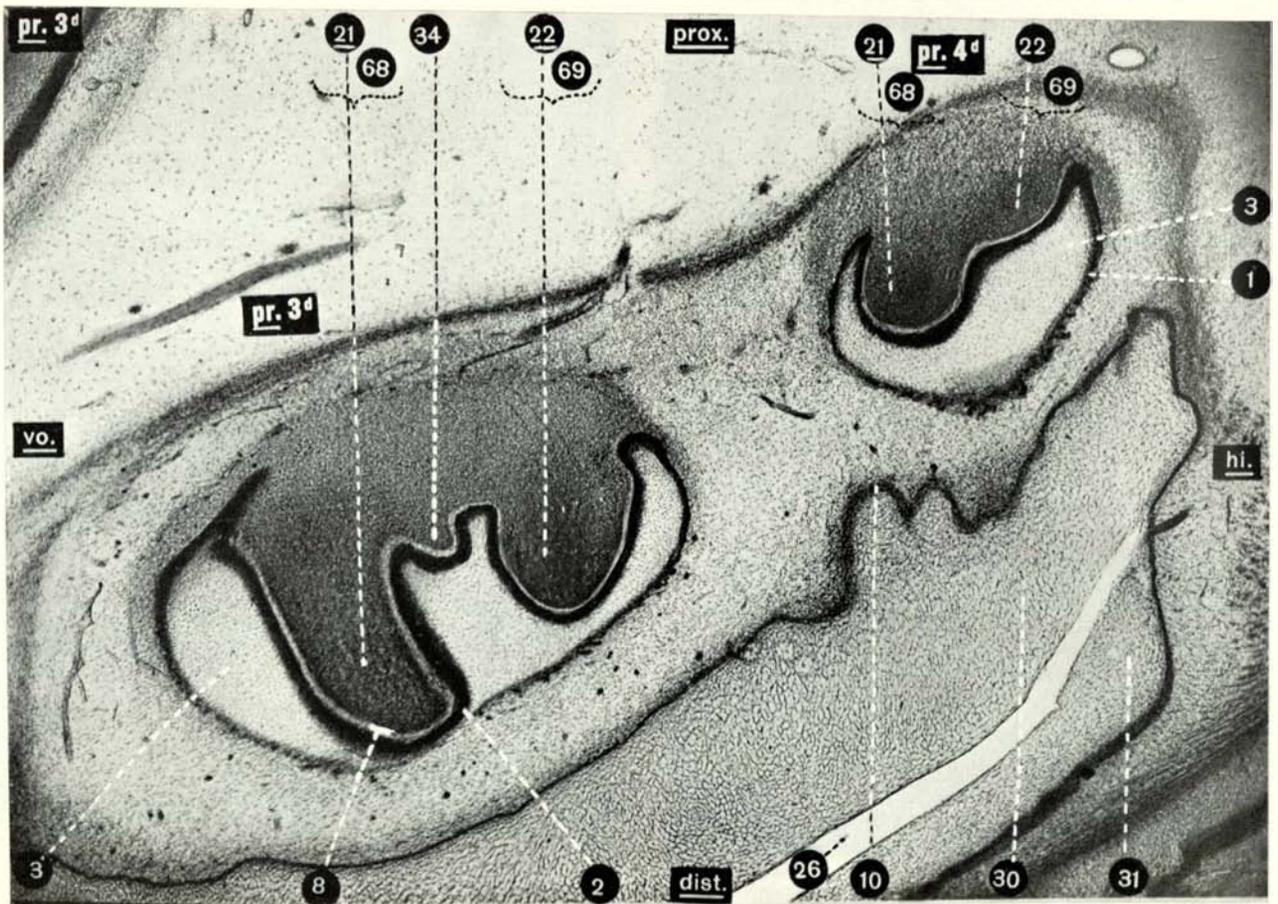


Fig. 2

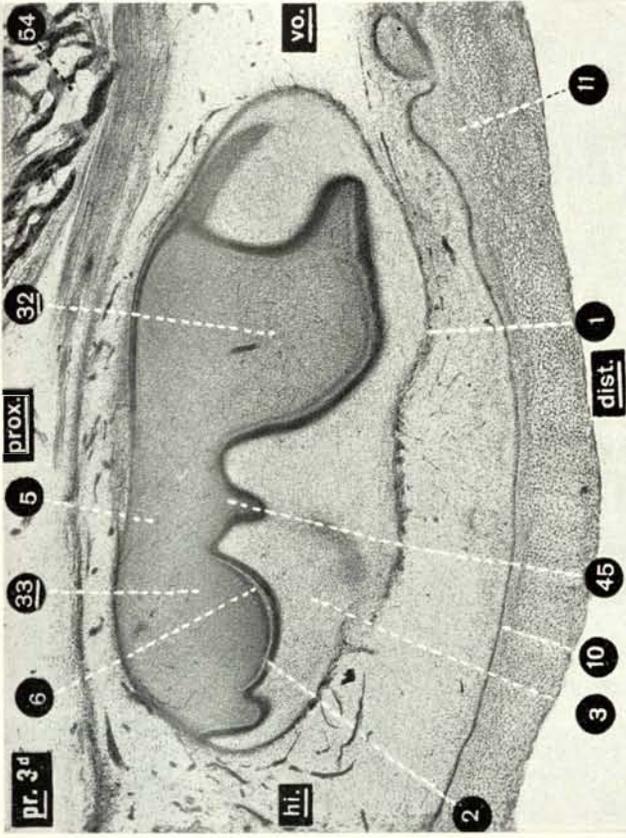


Fig. 2

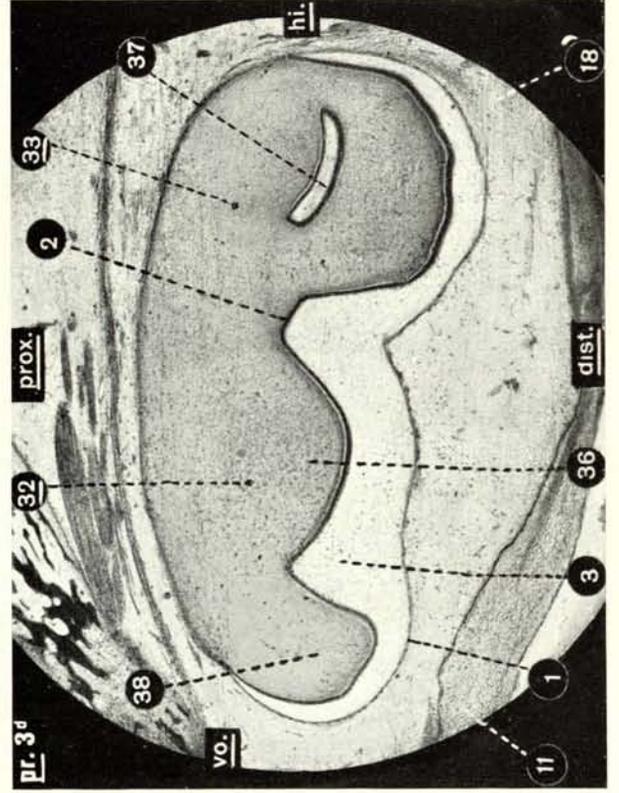


Fig. 4

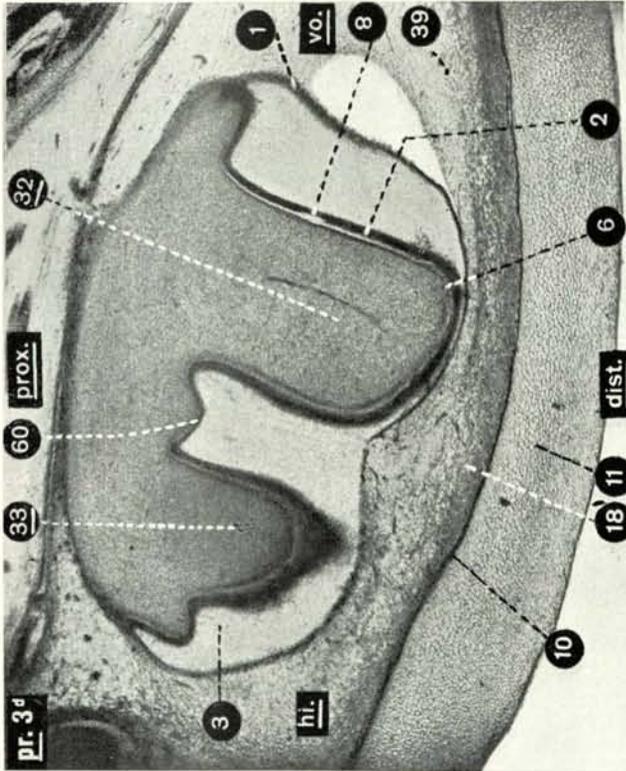


Fig. 1

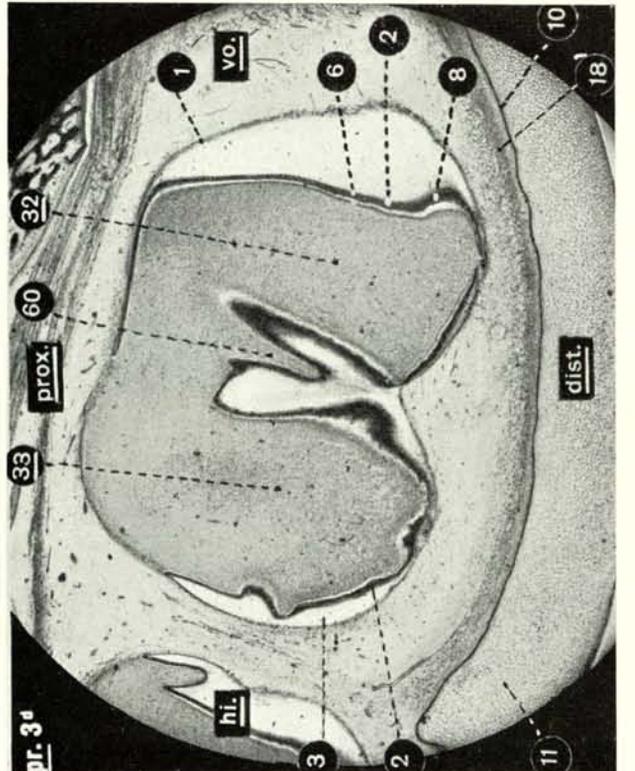


Fig. 3

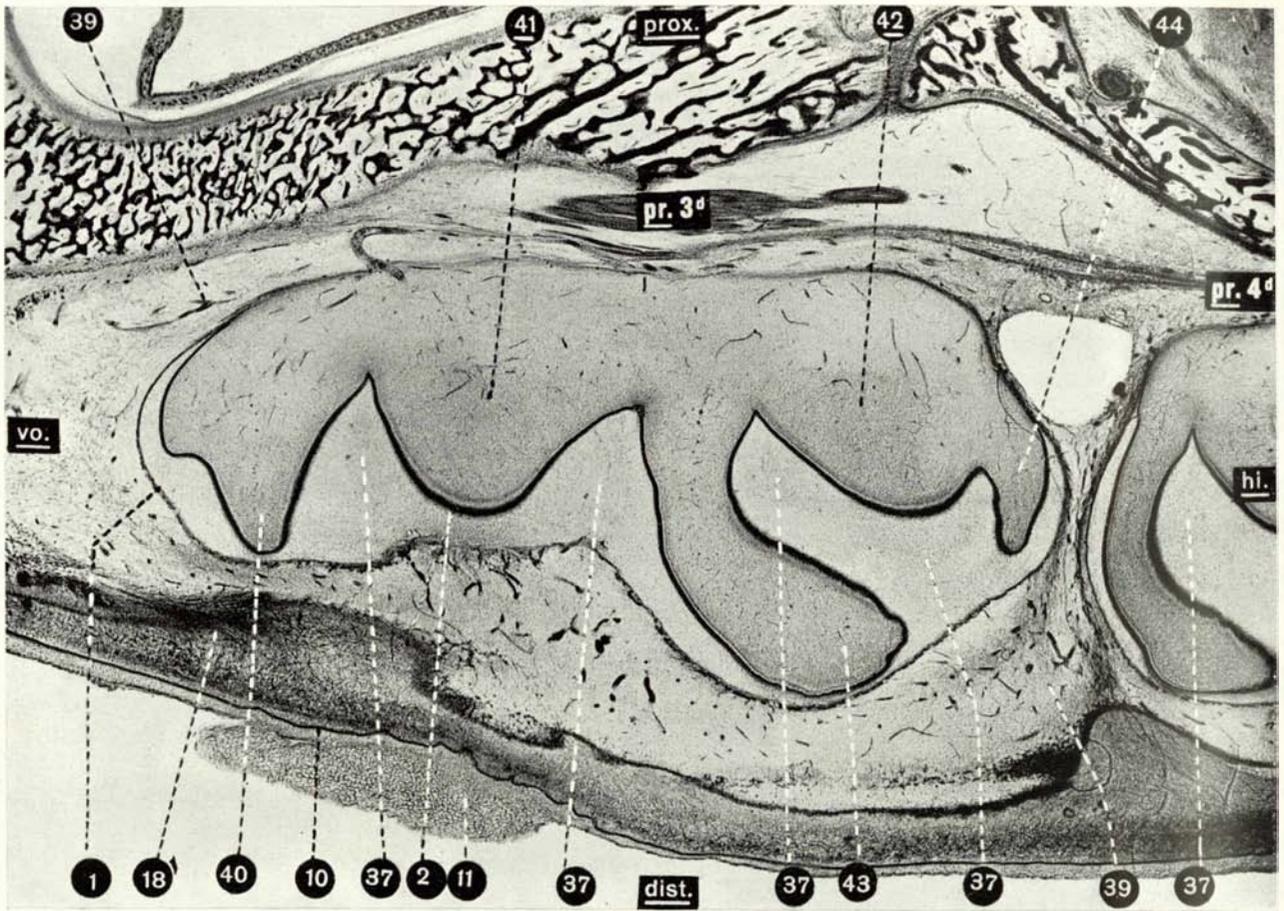


Fig. 1

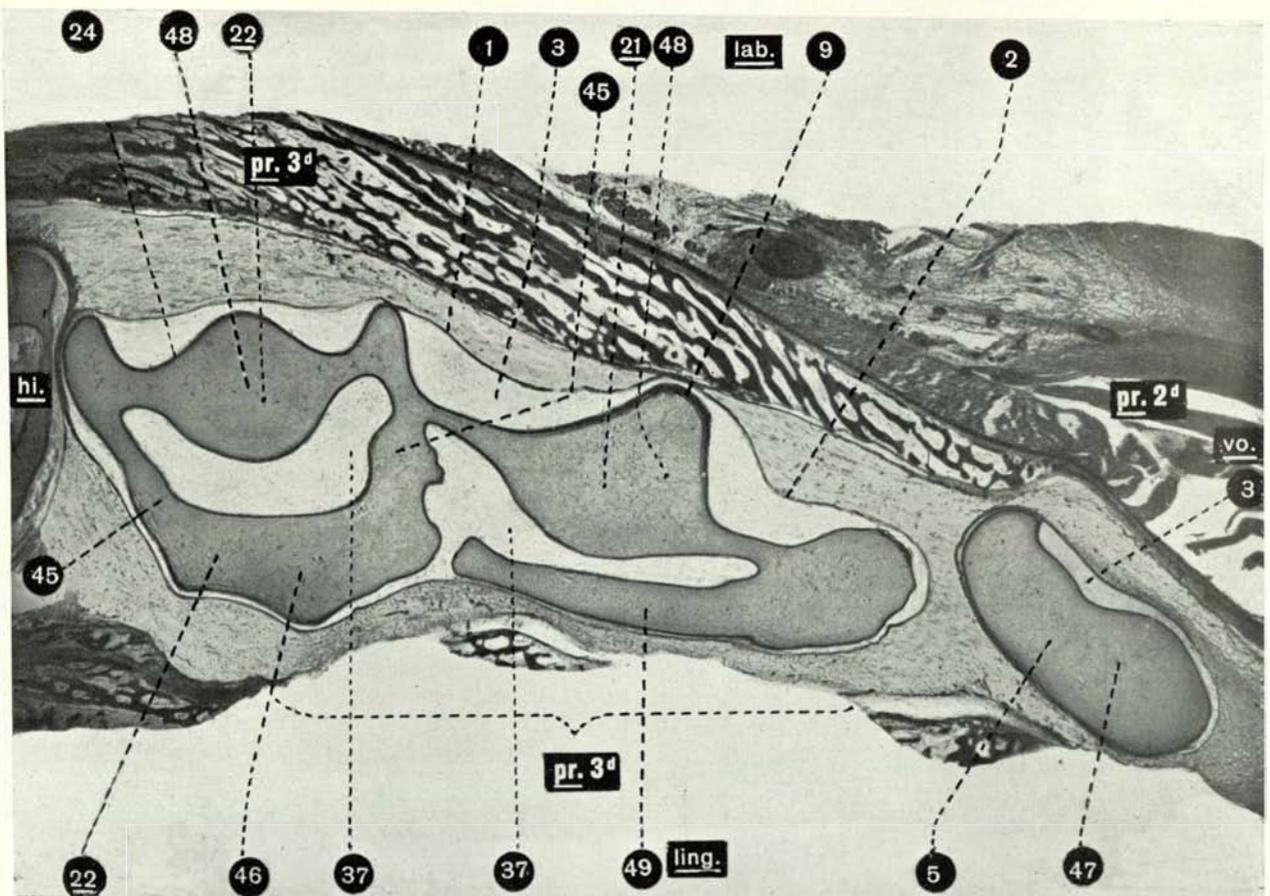


Fig. 2

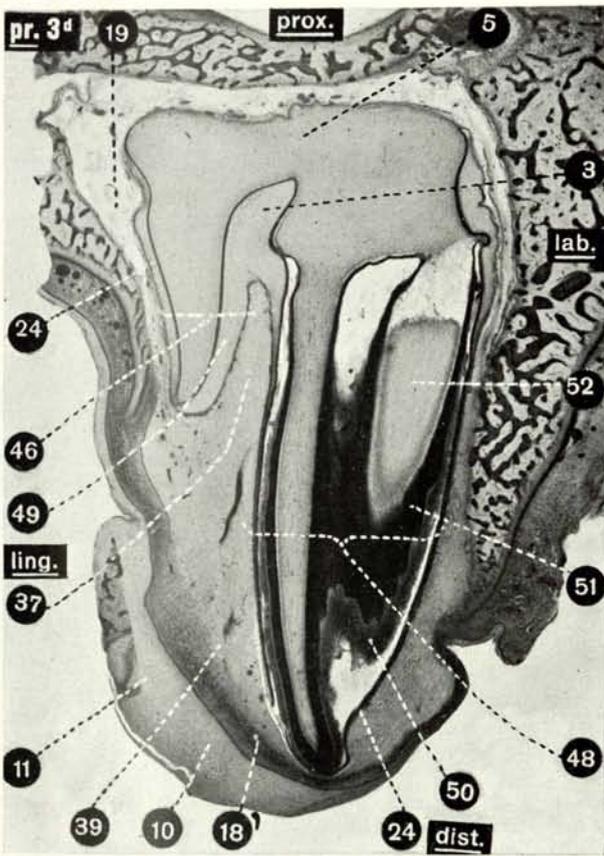


Fig. 1

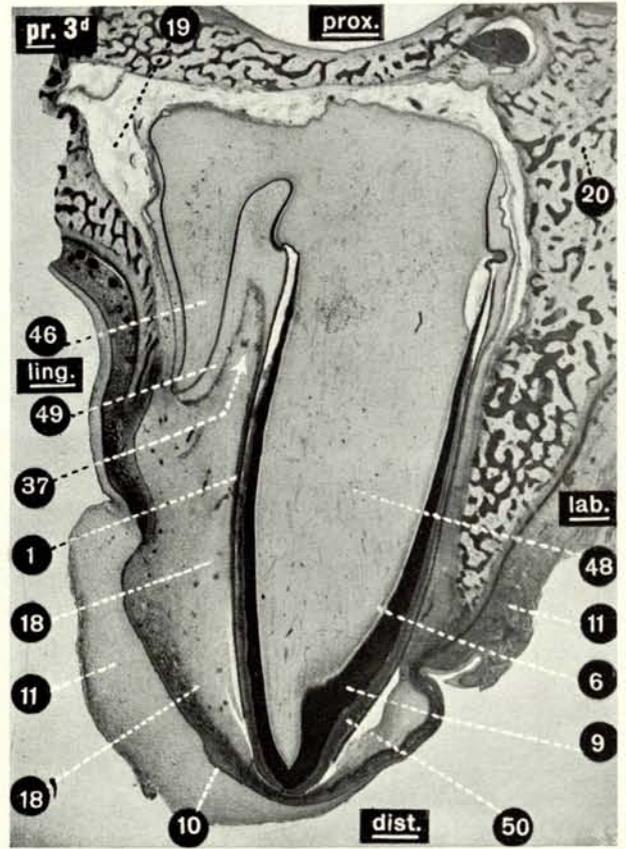


Fig. 2

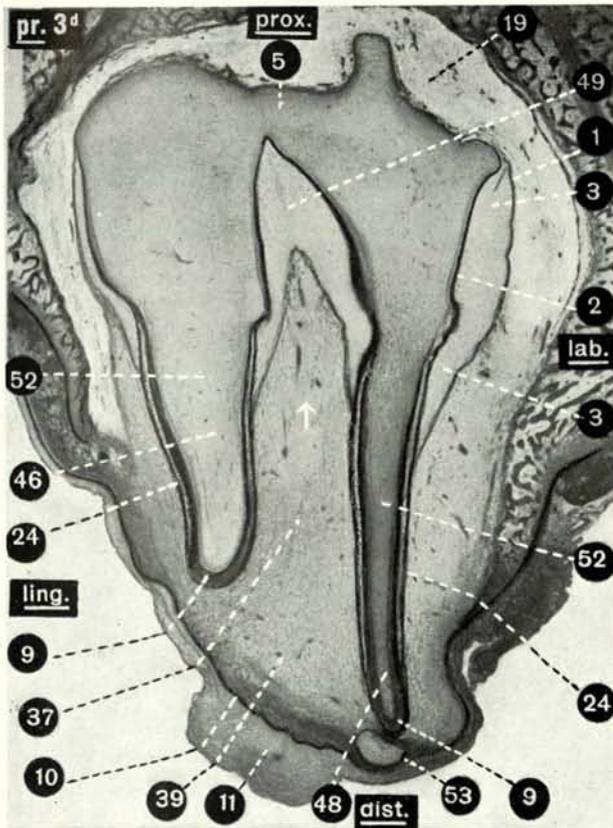


Fig. 3

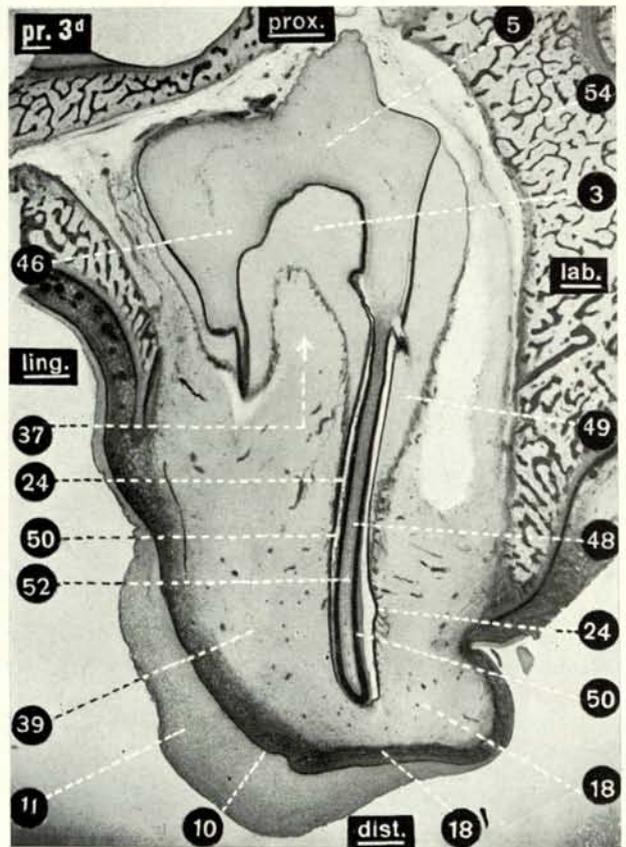


Fig. 4

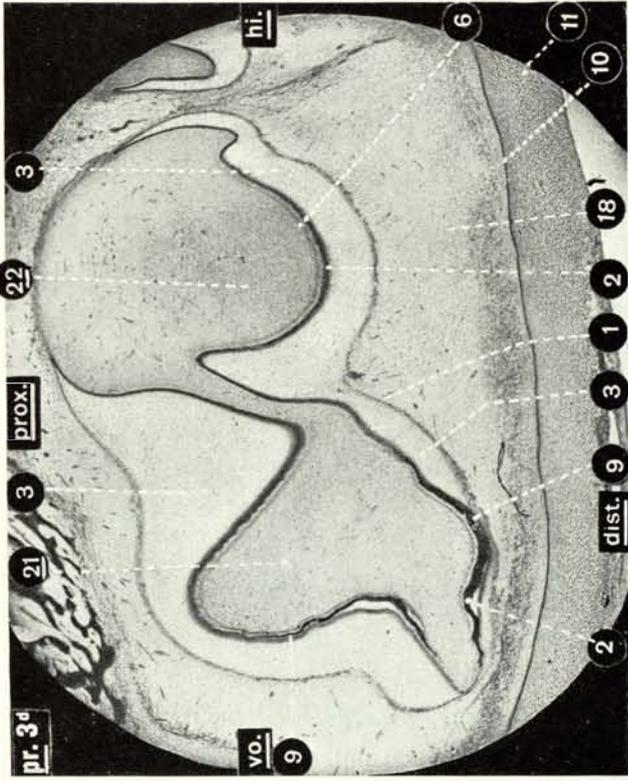


Fig. 2

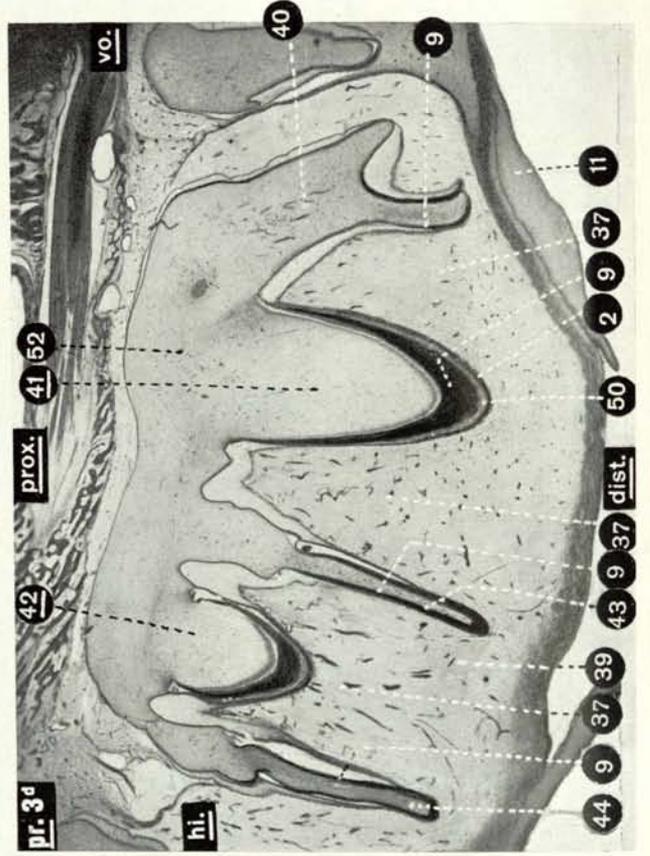


Fig. 4

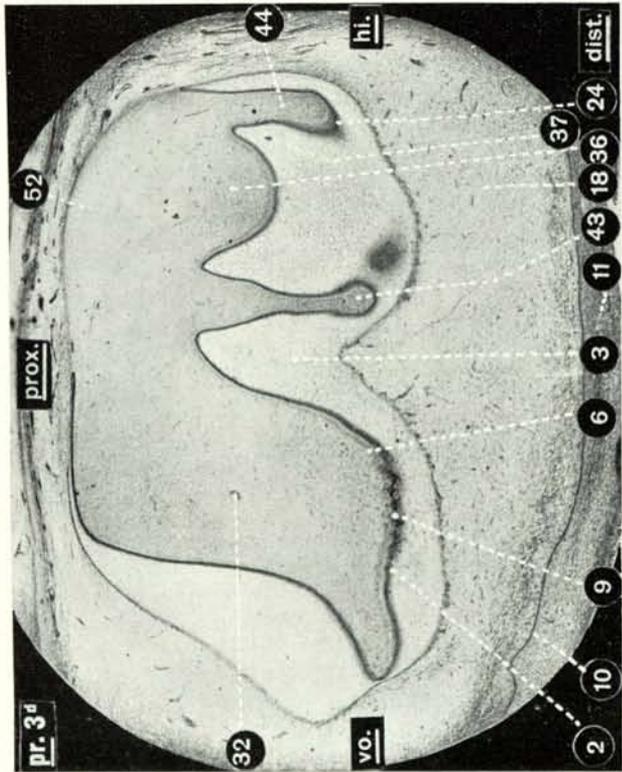


Fig. 1

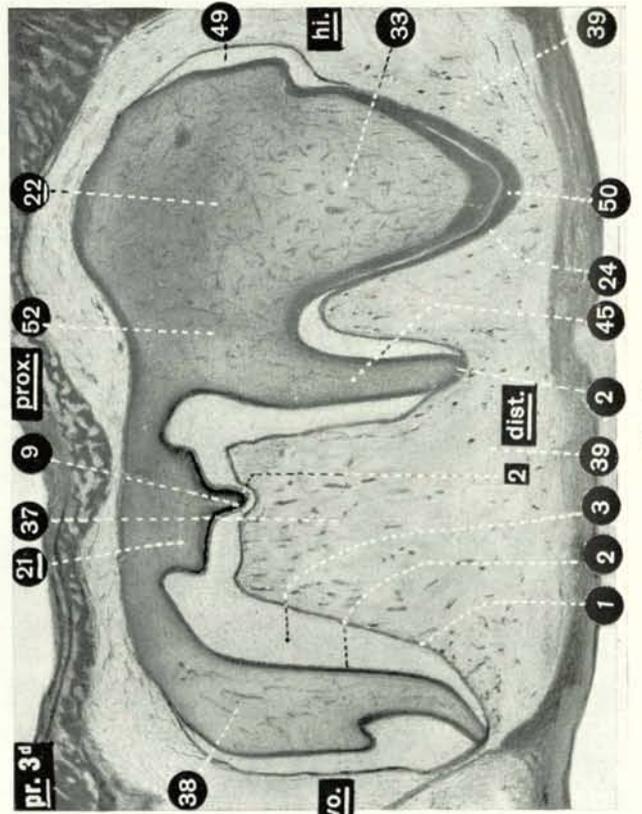


Fig. 3

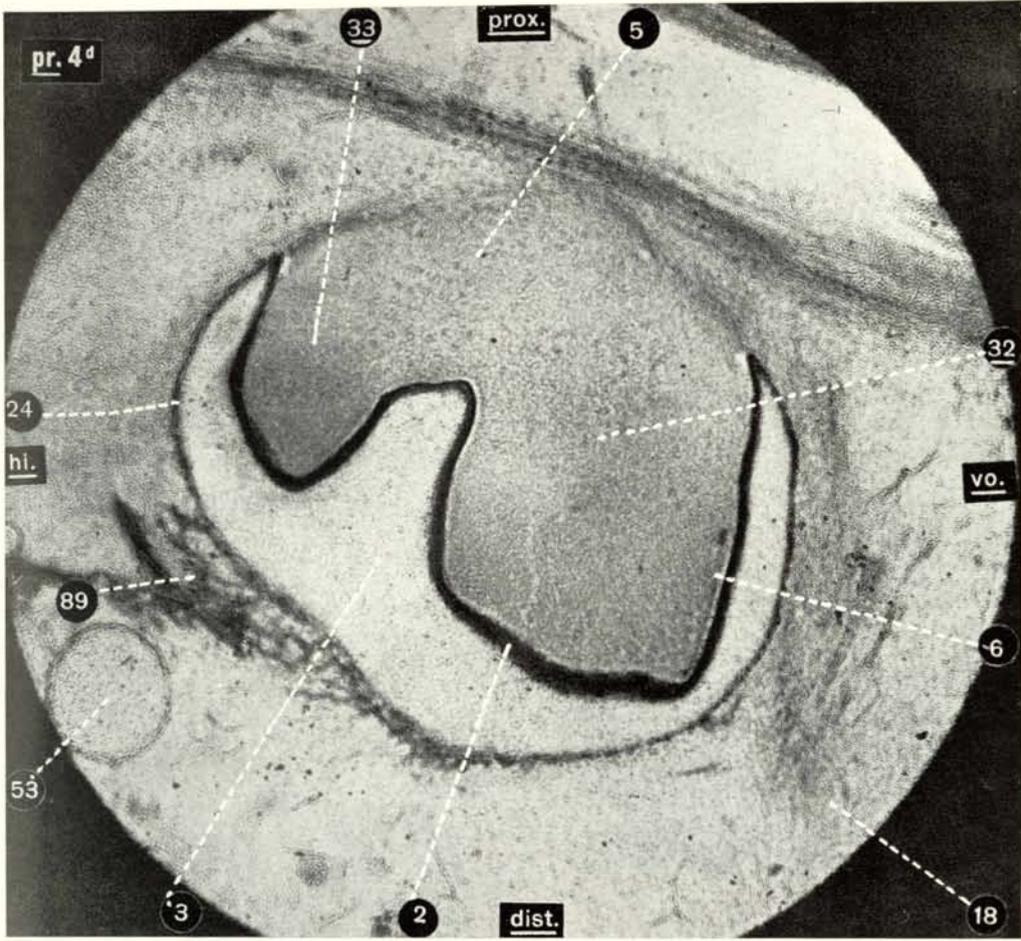


Fig. 1

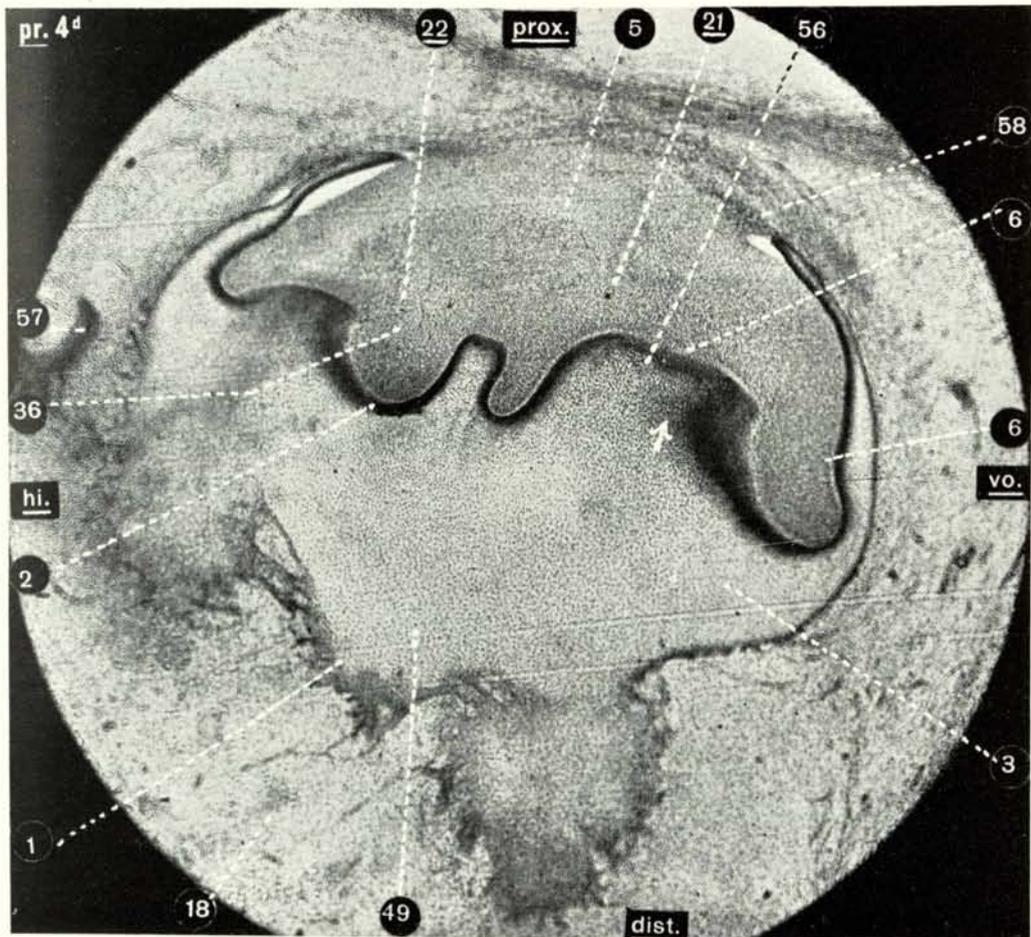


Fig. 2

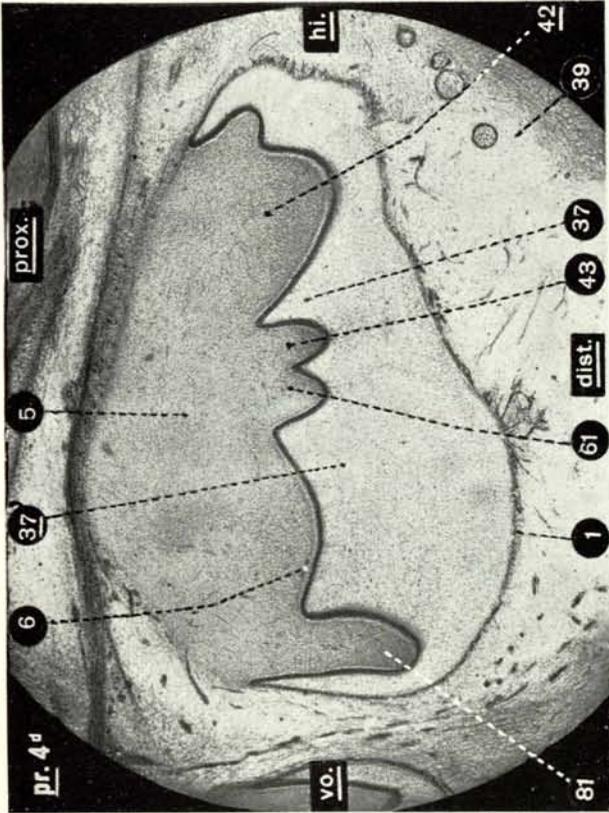


Fig. 2

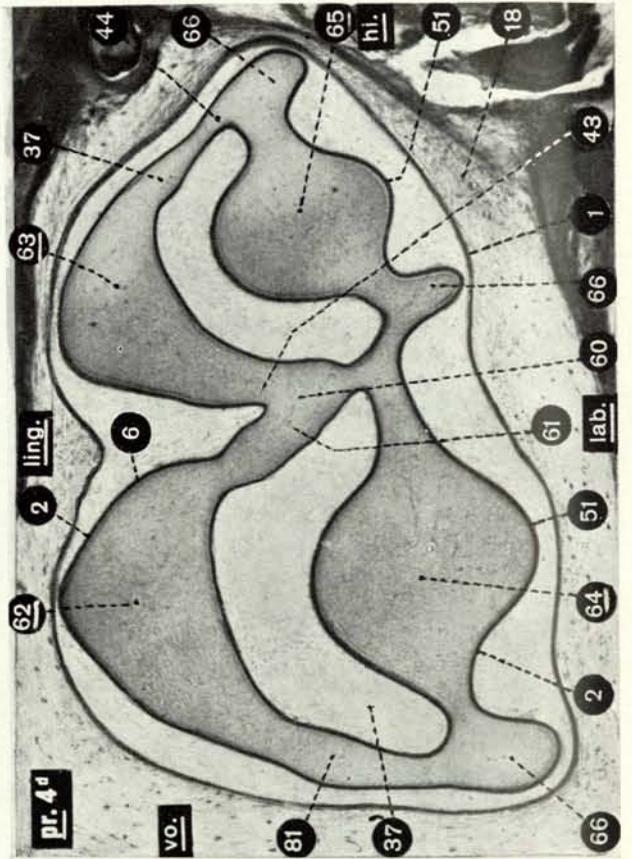


Fig. 4

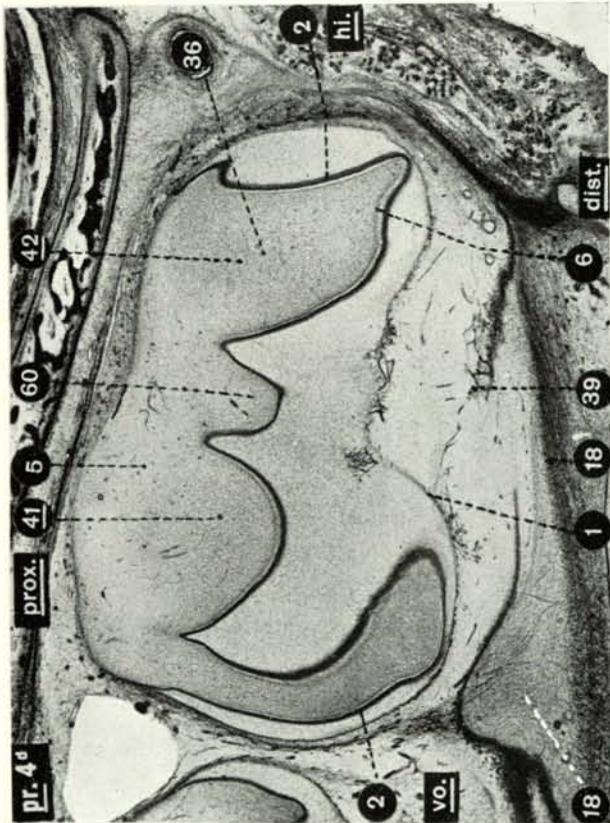


Fig. 1

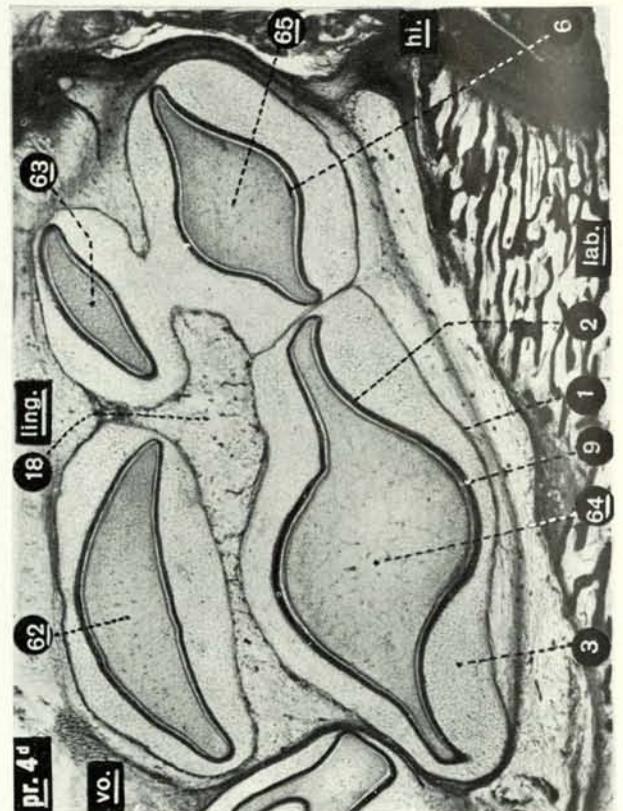


Fig. 3

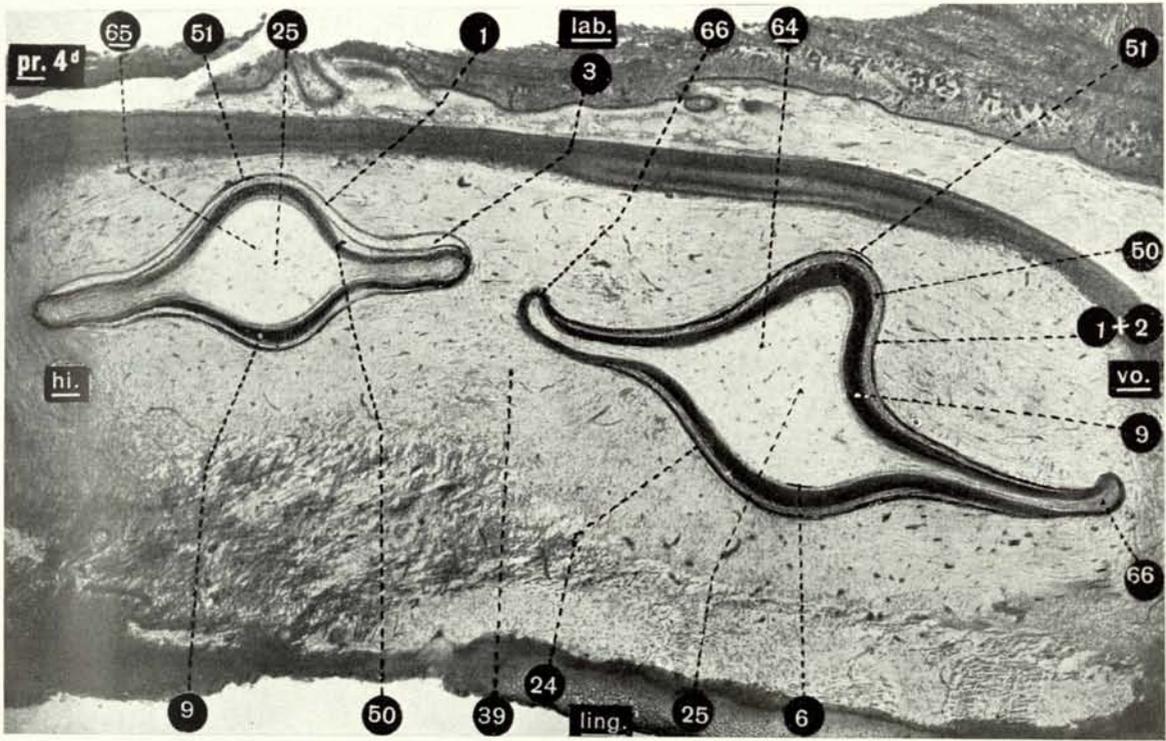


Fig. 1

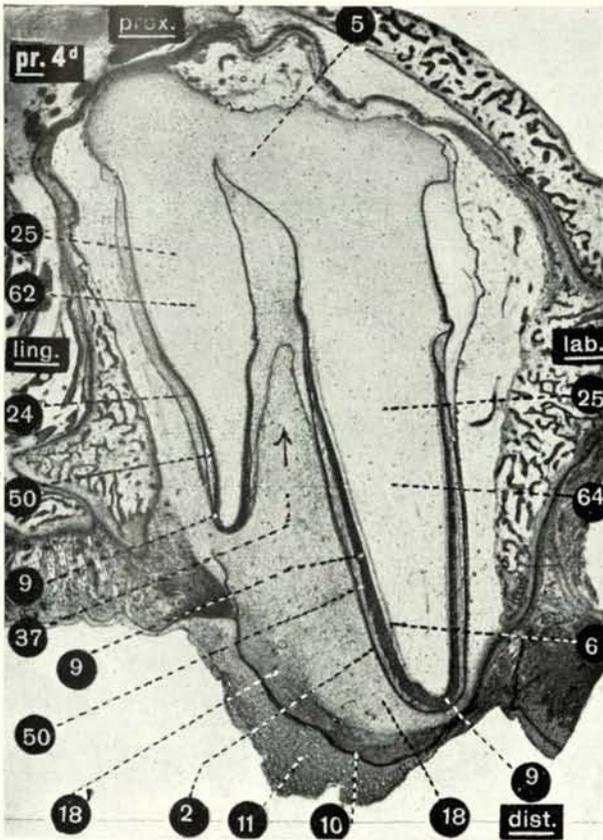


Fig. 2

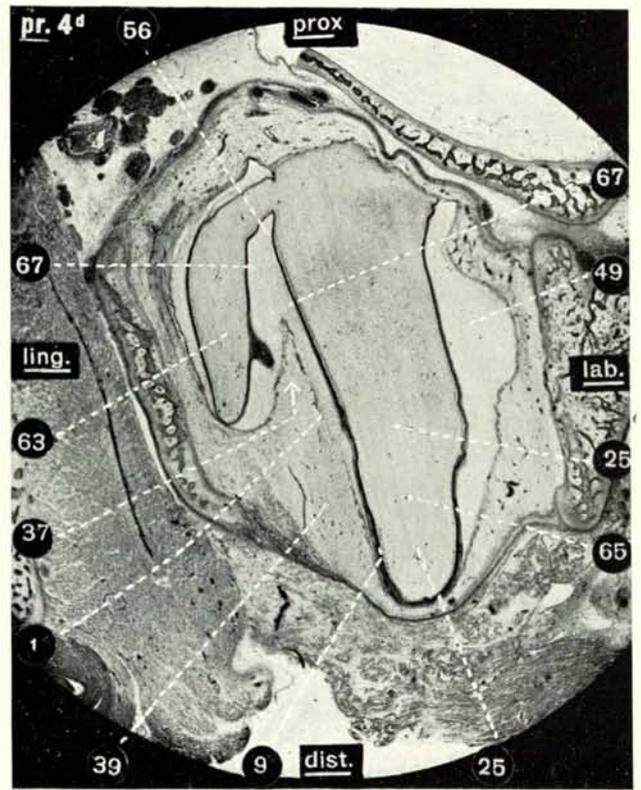


Fig. 3

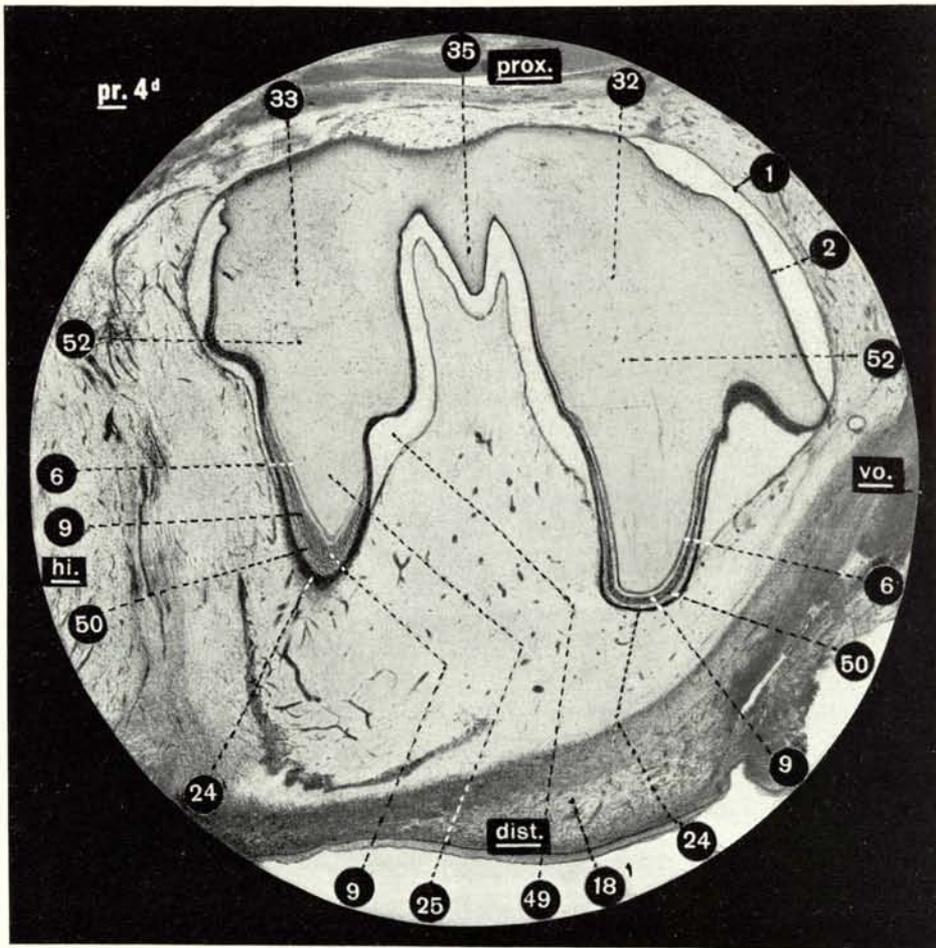


Fig. 1

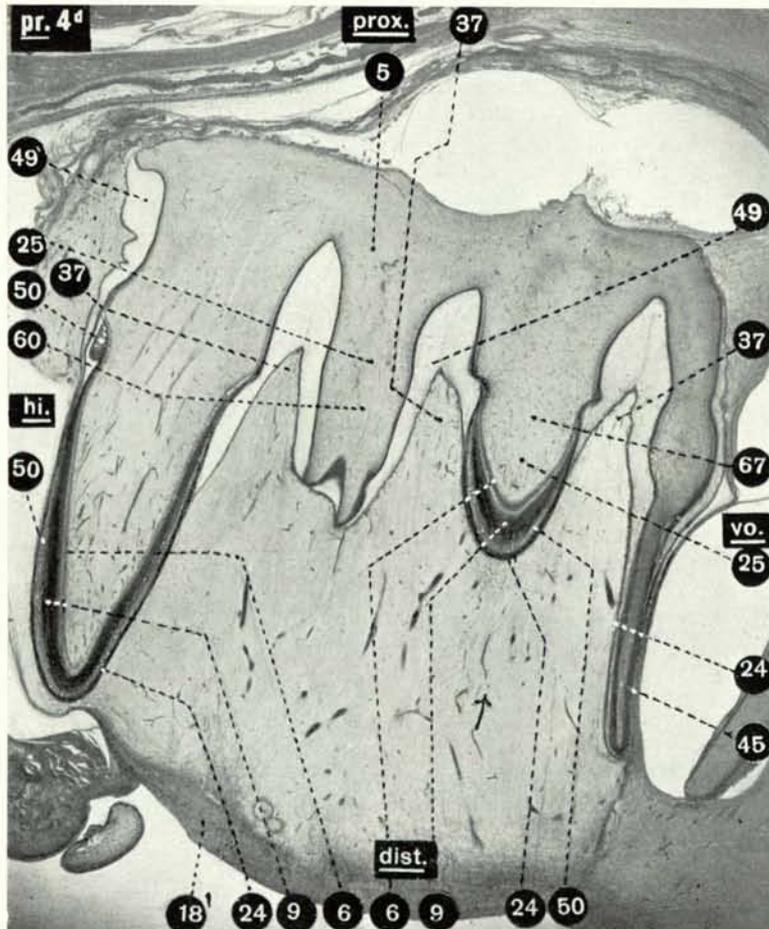


Fig. 2

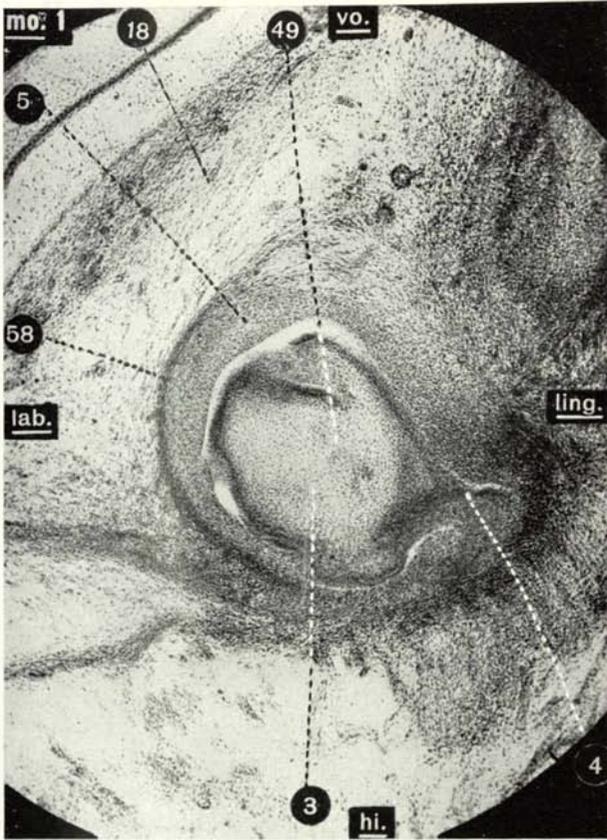


Fig. 1

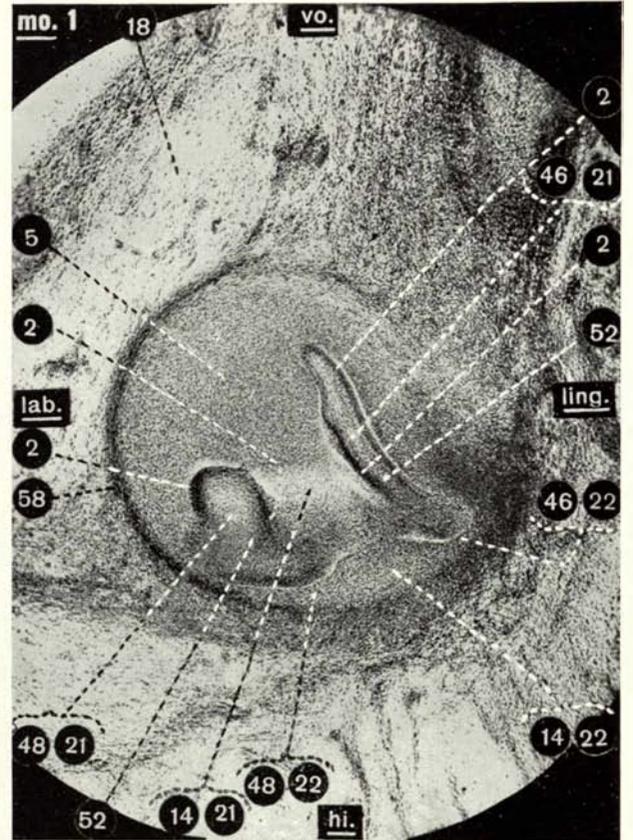


Fig. 2

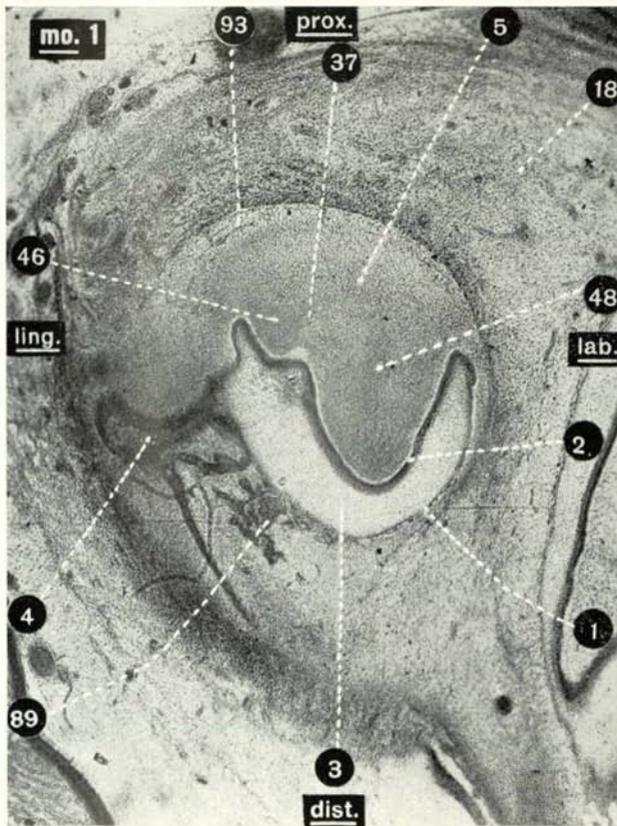


Fig. 3

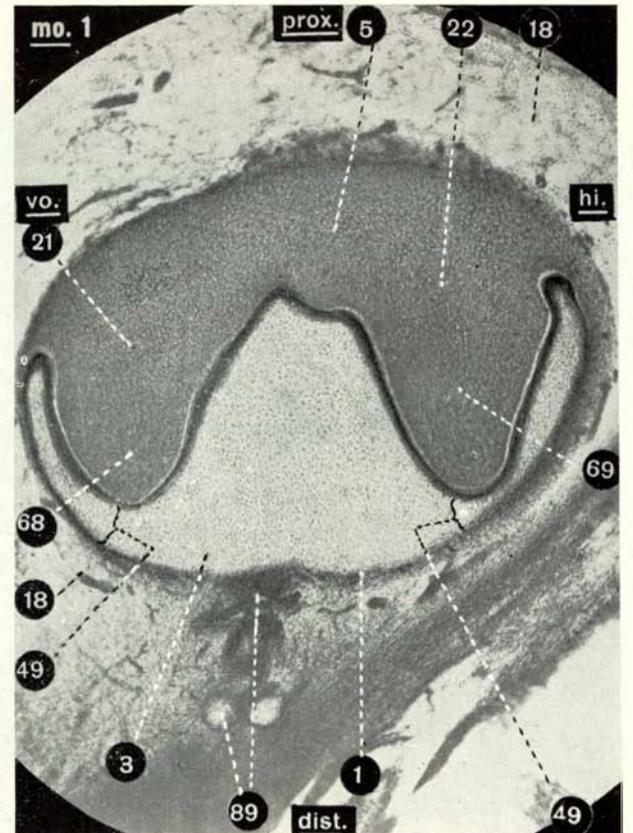


Fig. 4

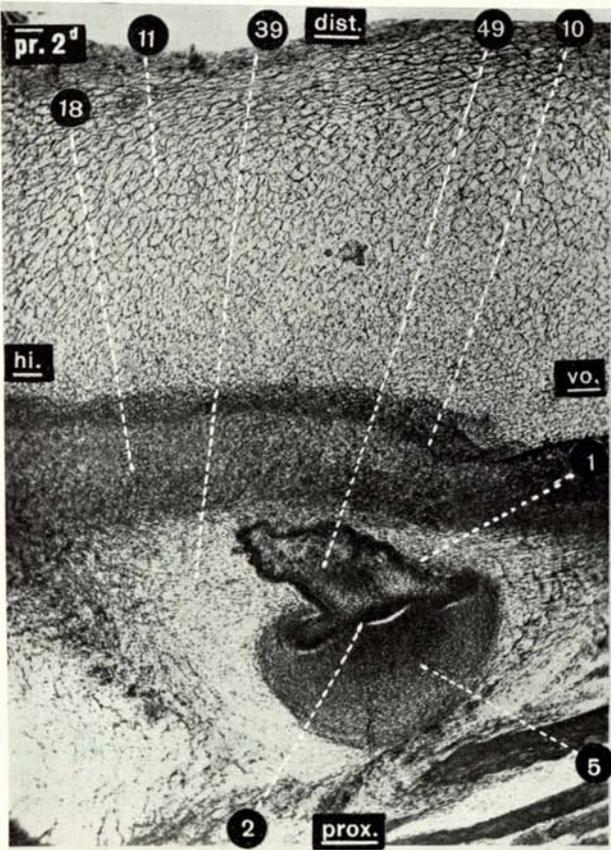


Fig. 1

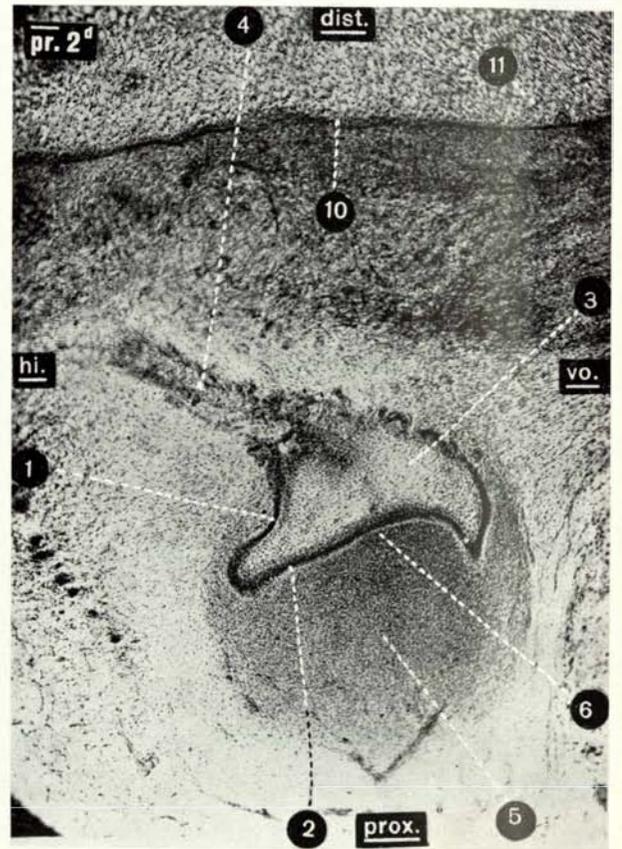


Fig. 2

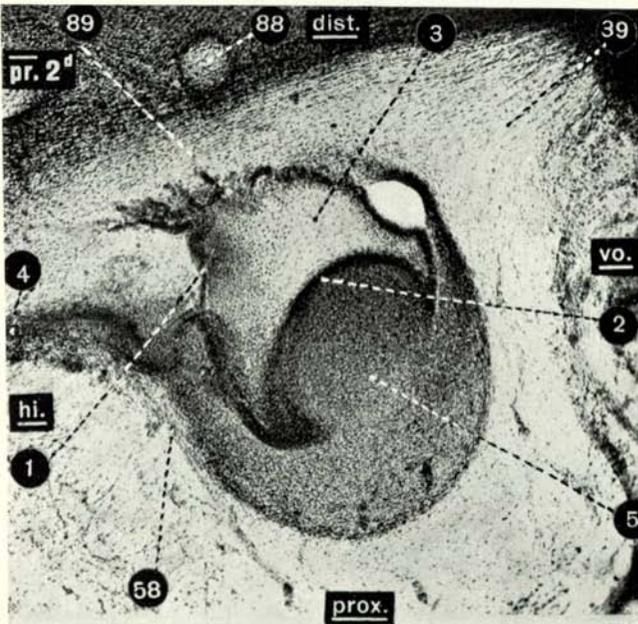


Fig. 3

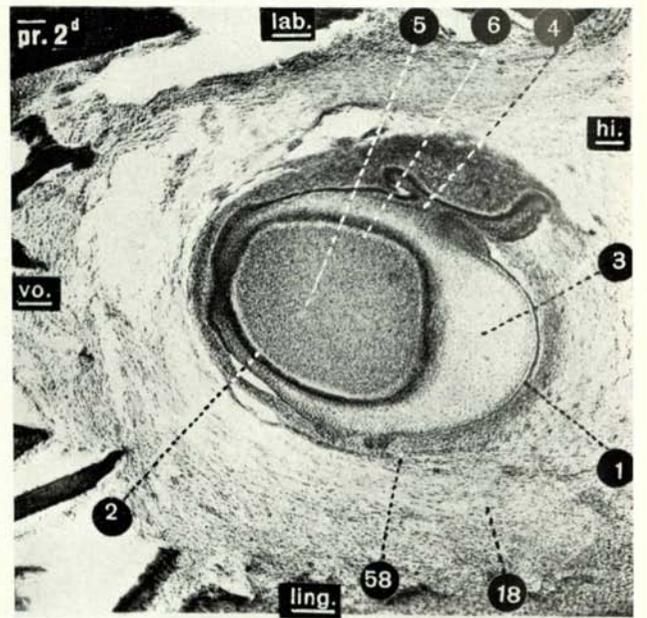


Fig. 4

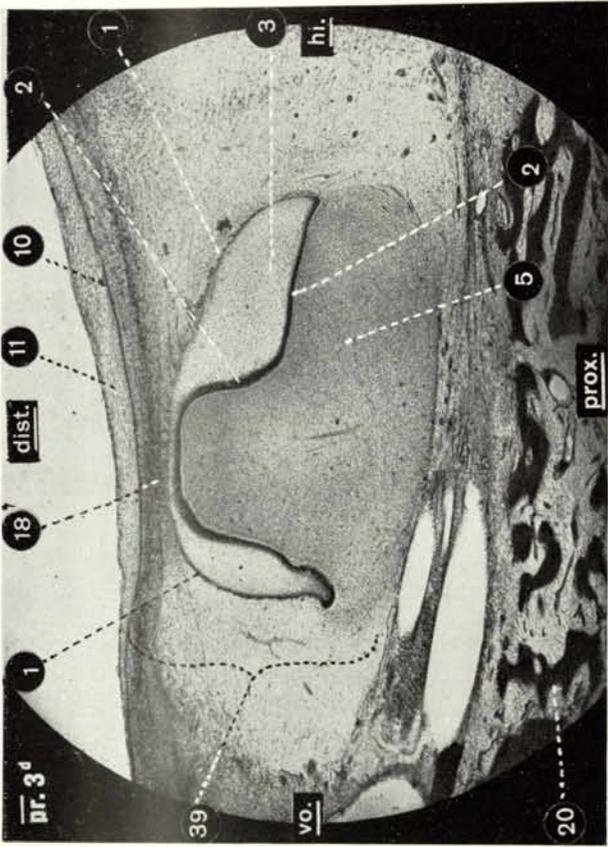


Fig. 1

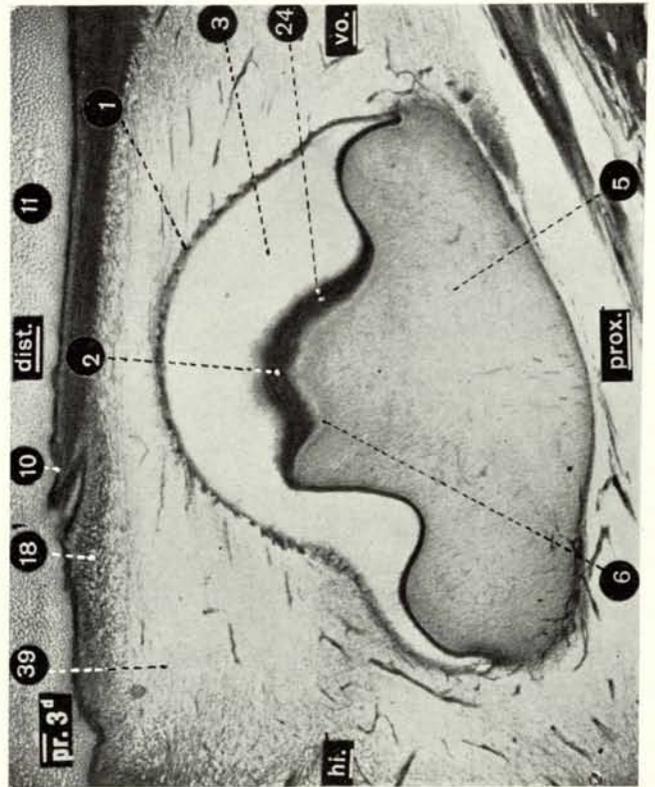


Fig. 2

Fig. 4

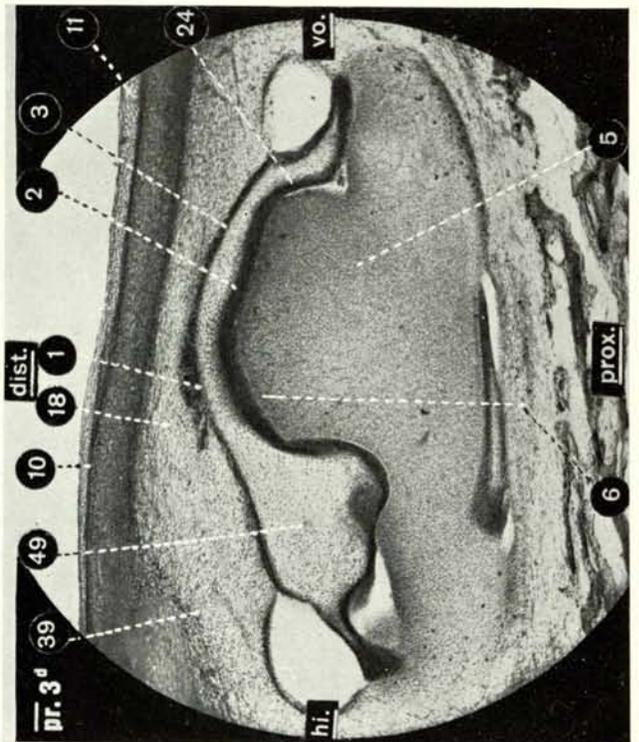
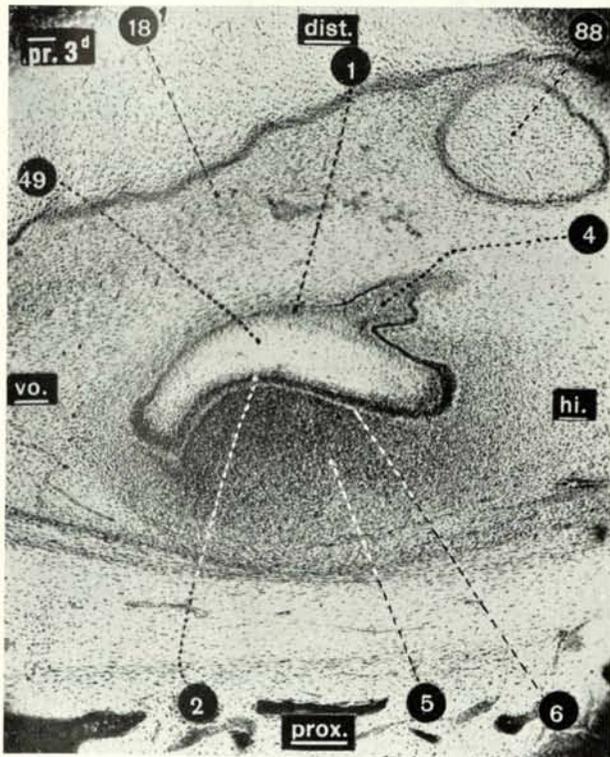


Fig. 3

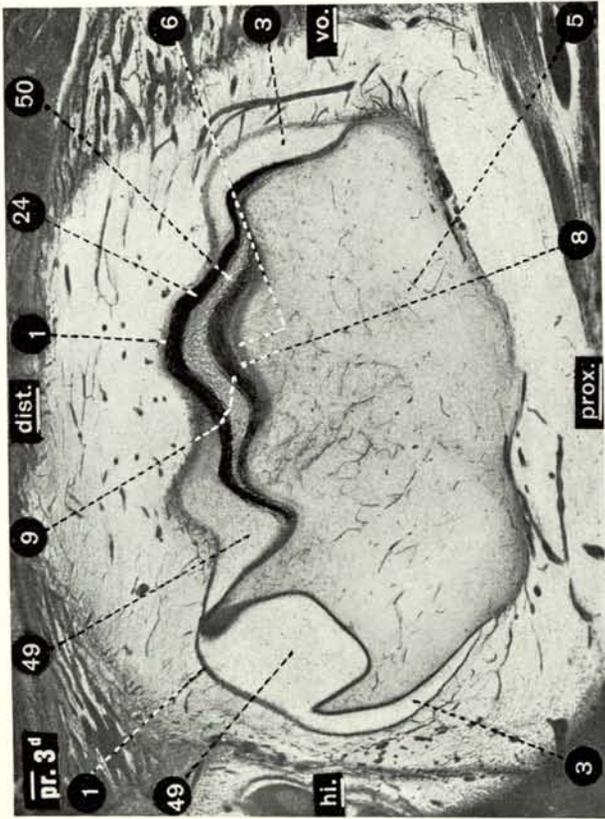


Fig. 1

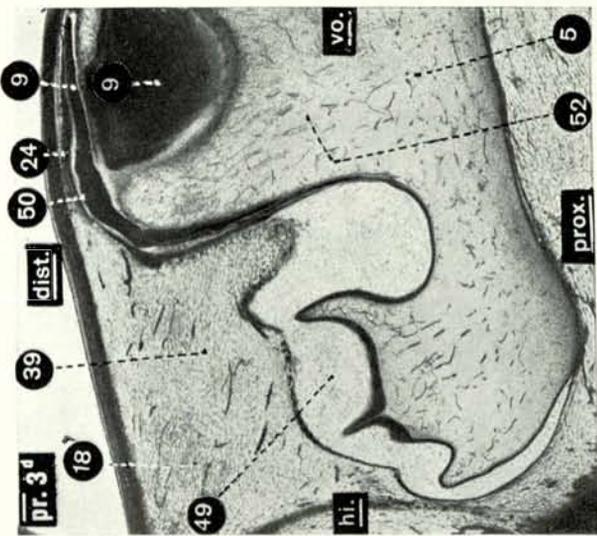


Fig. 2

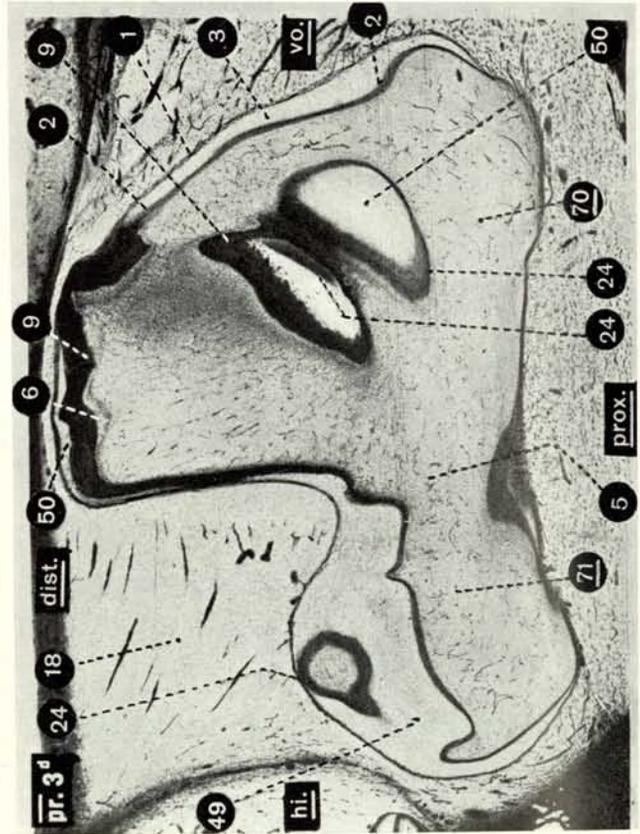


Fig. 3

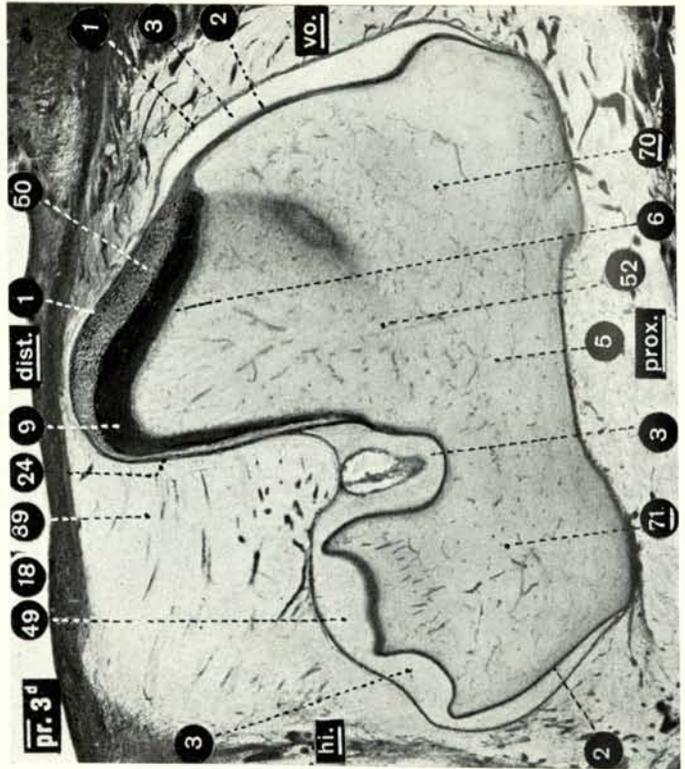


Fig. 4

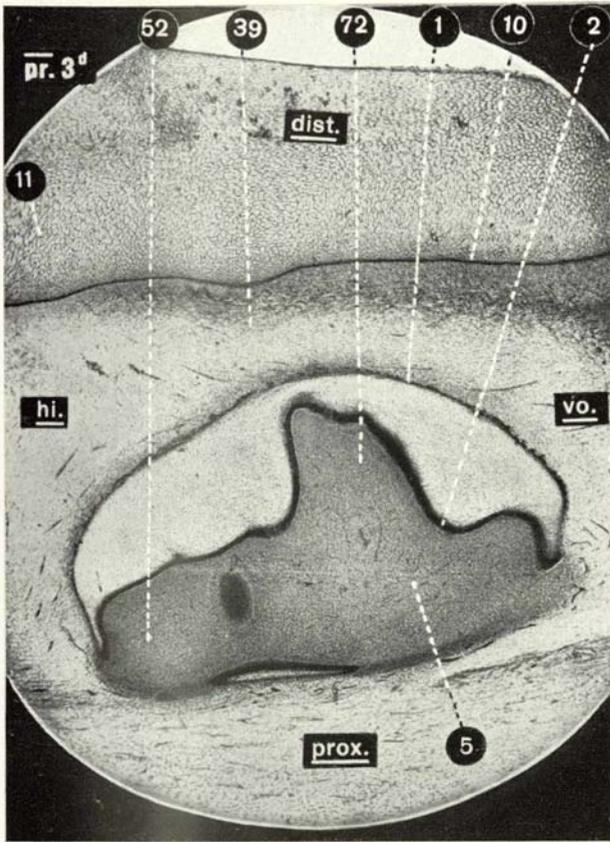


Fig. 1

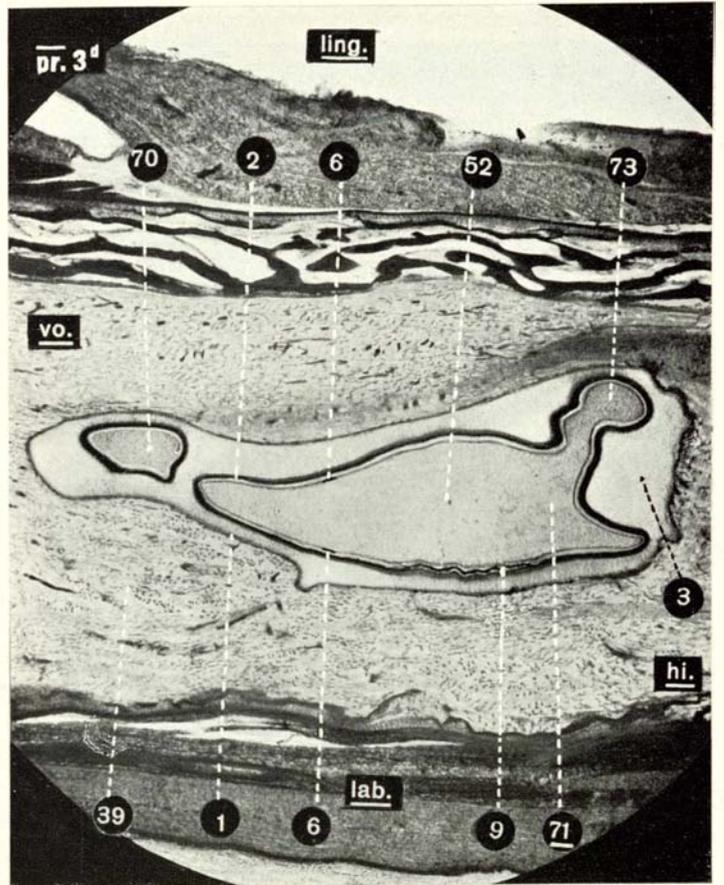


Fig. 2

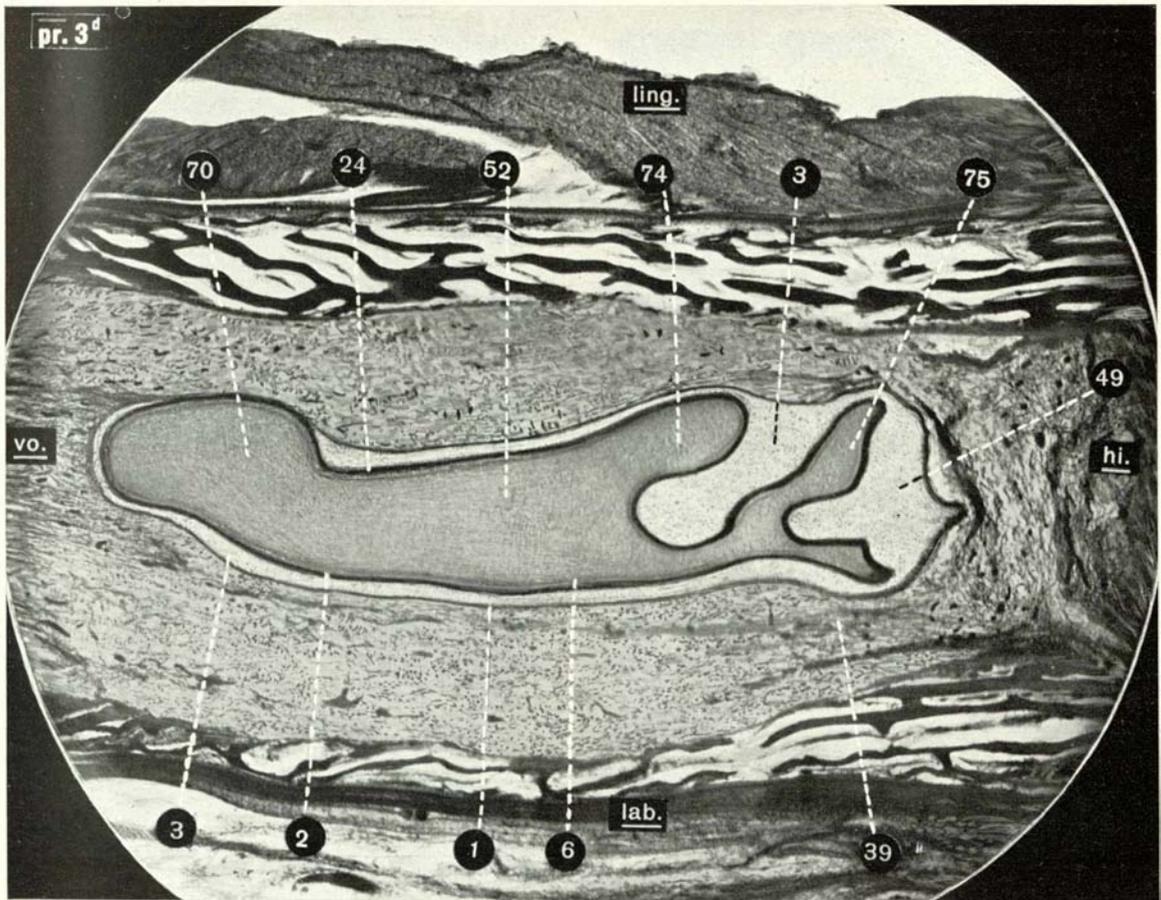


Fig. 3

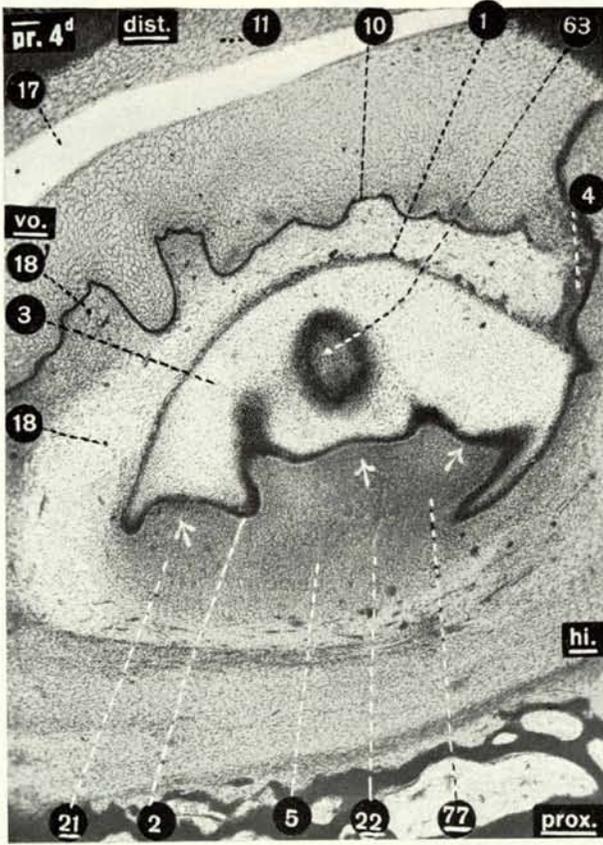


Fig. 1

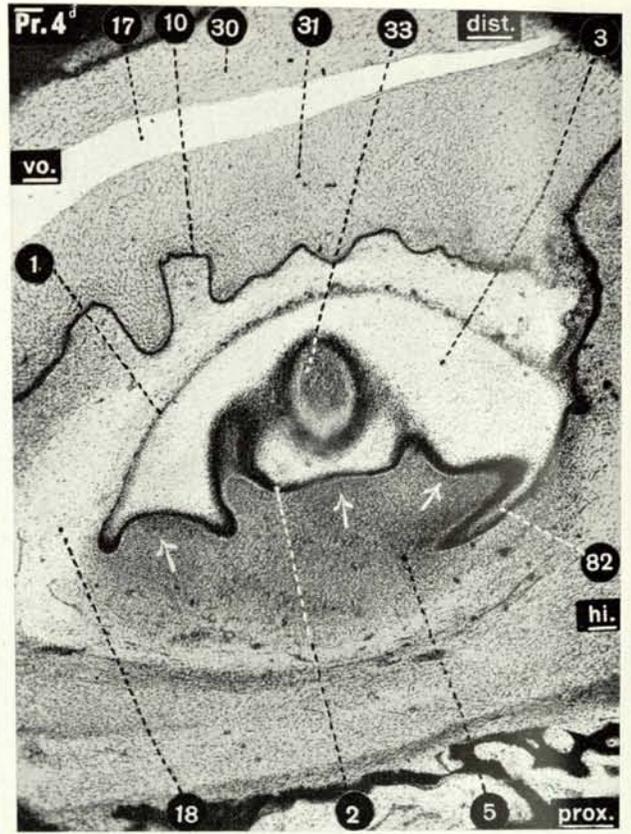


Fig. 2

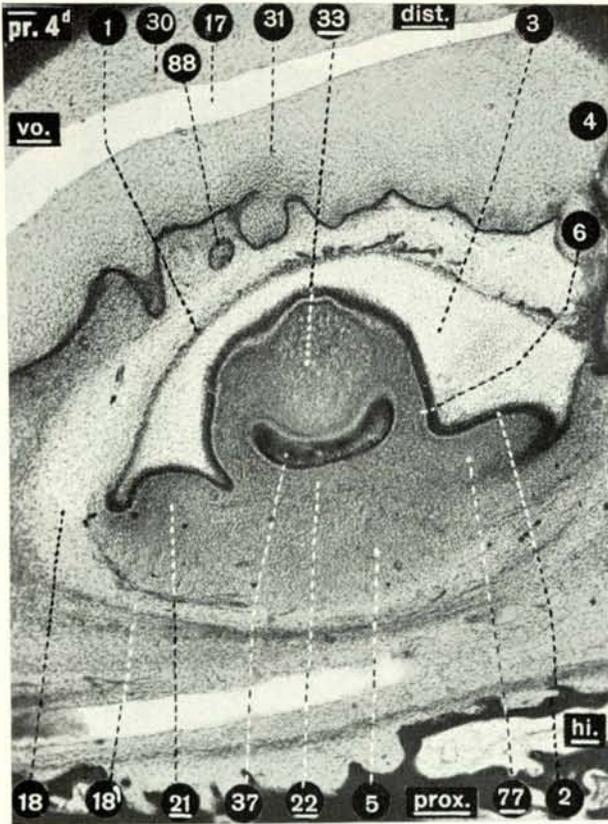


Fig. 3

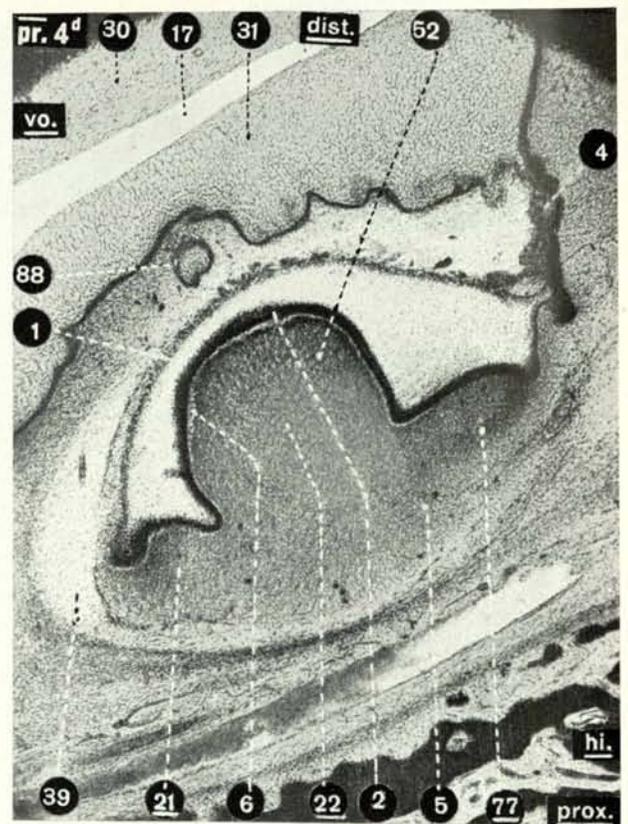


Fig. 4

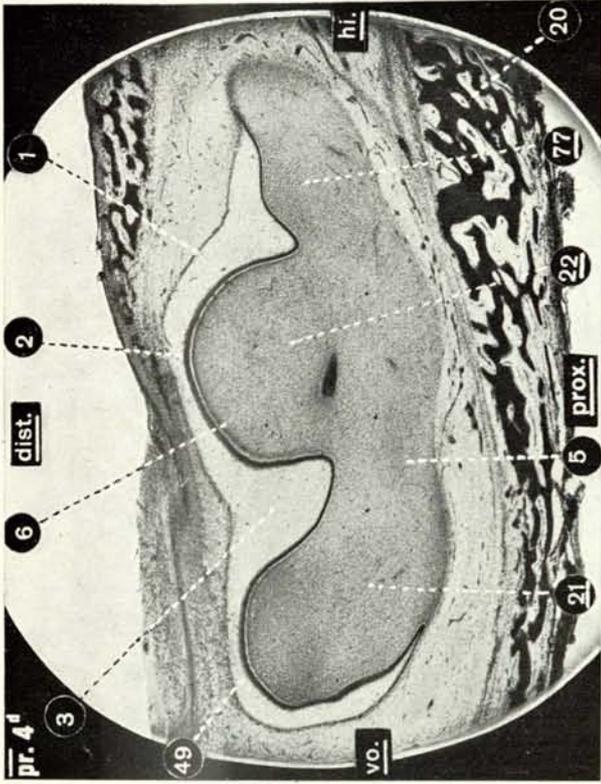


Fig. 2

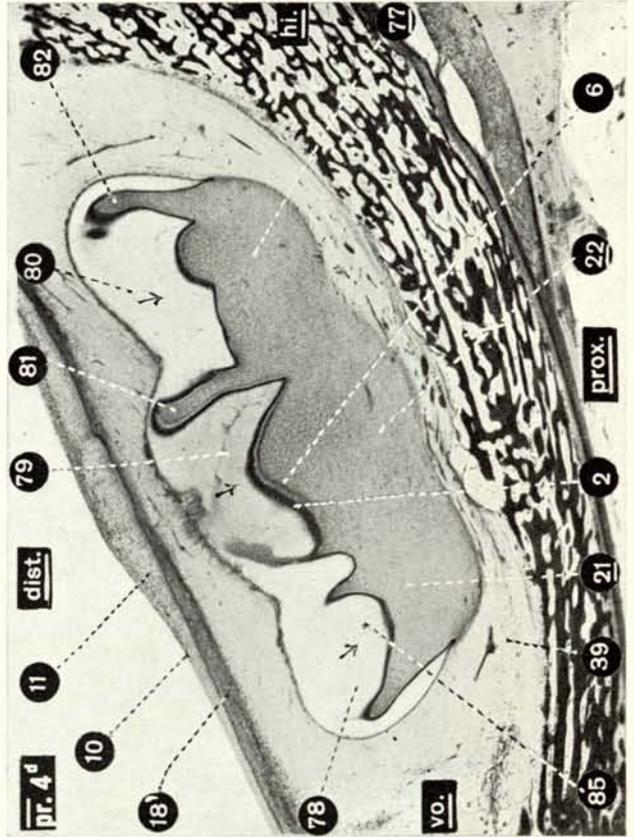


Fig. 4

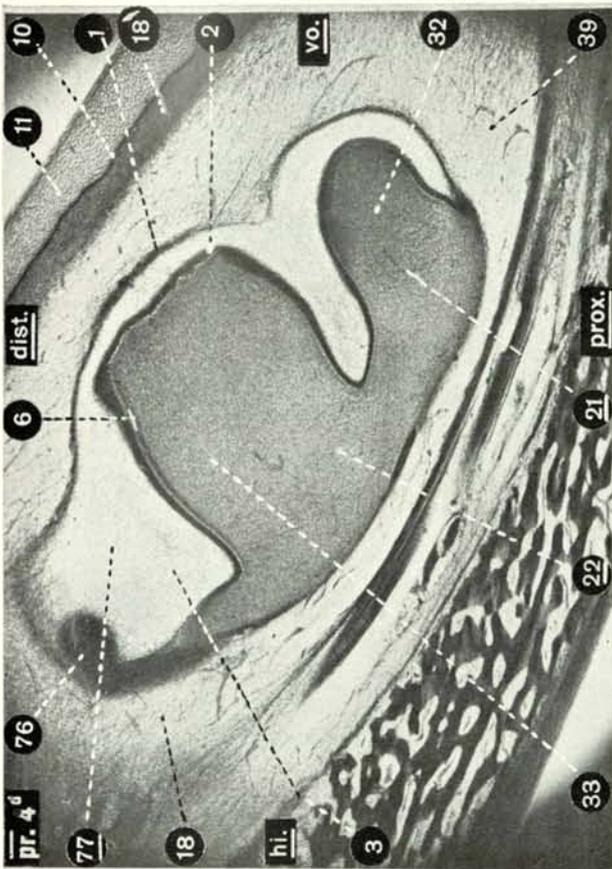


Fig. 1

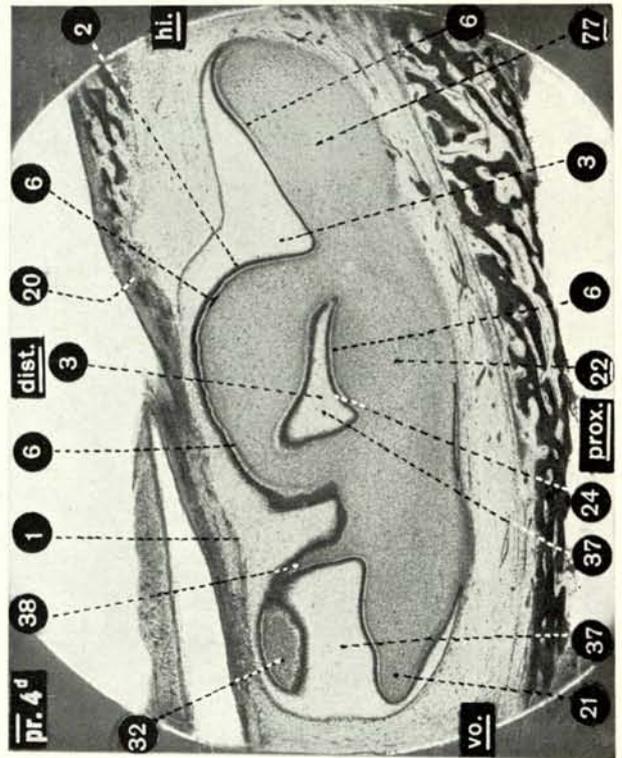


Fig. 3

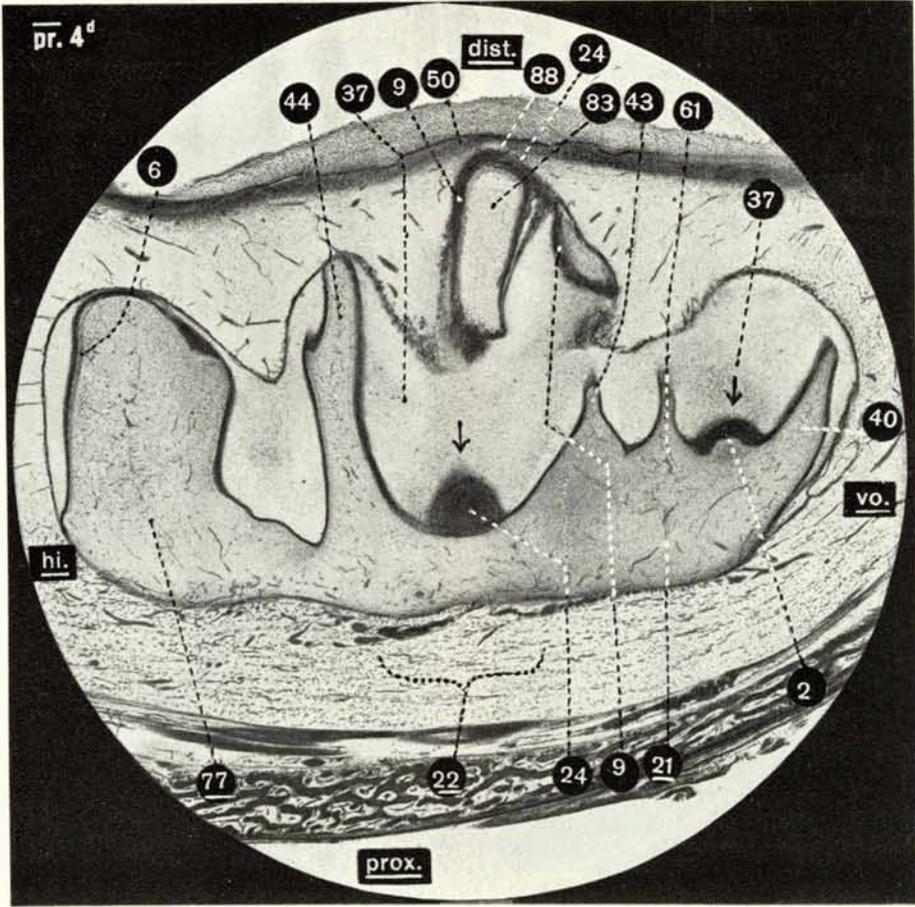


Fig. 1

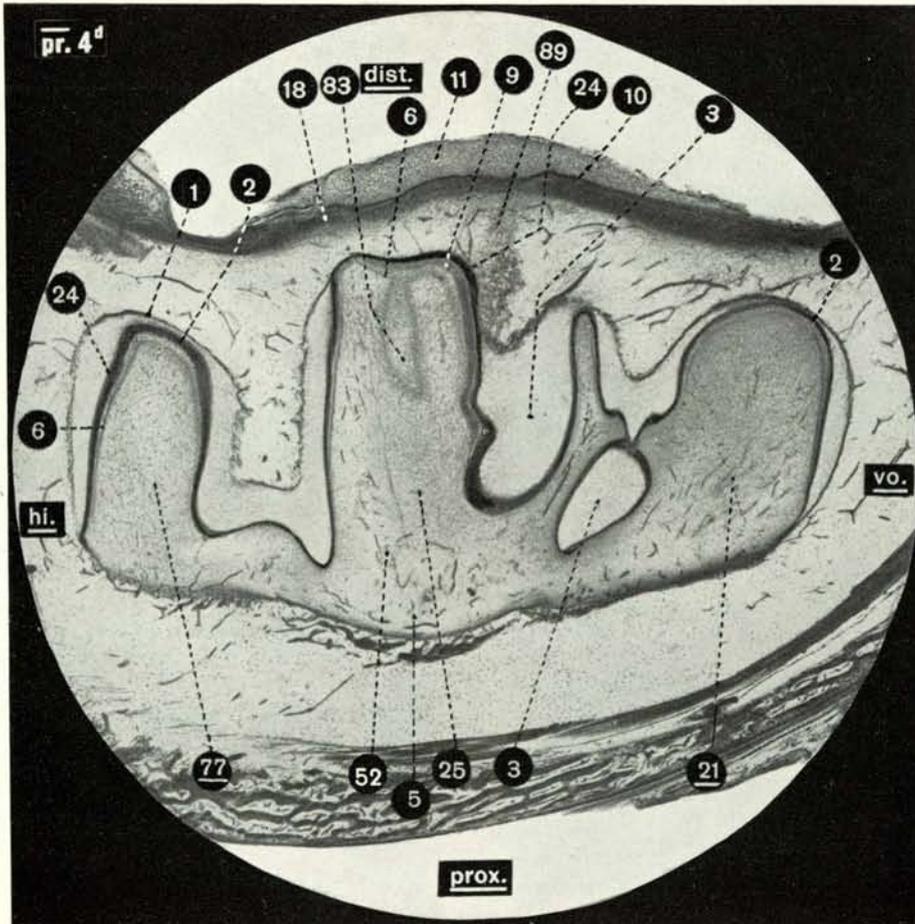


Fig. 2

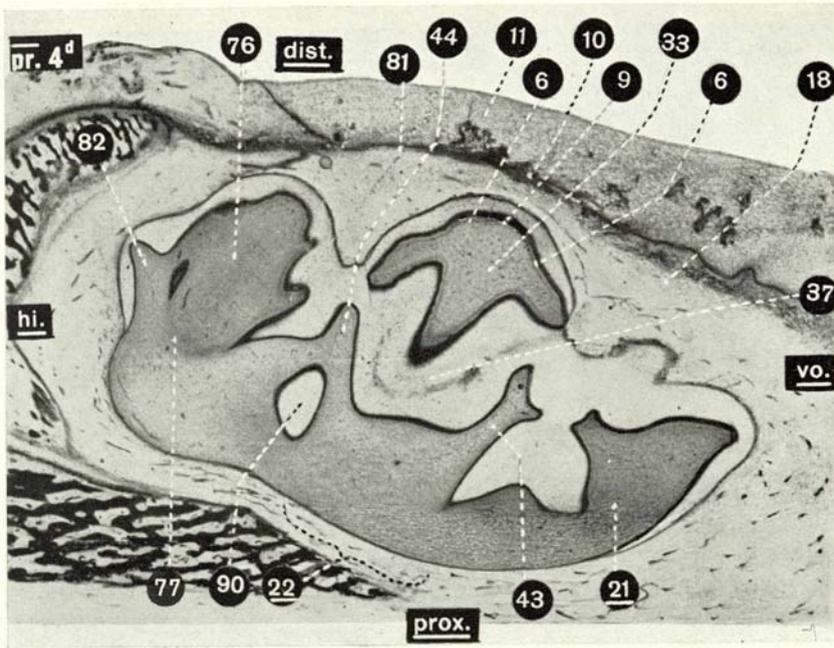


Fig. 1

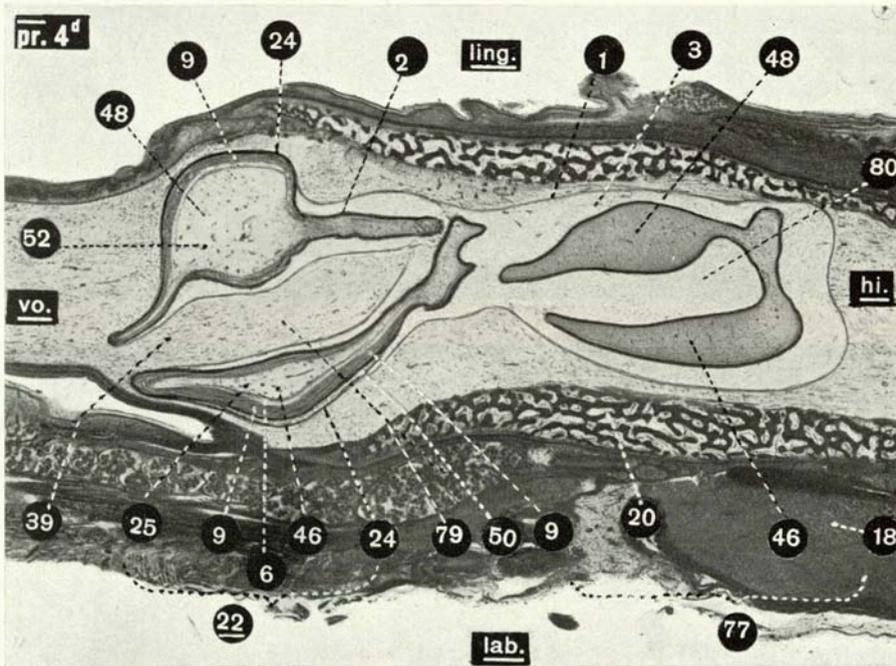


Fig. 2

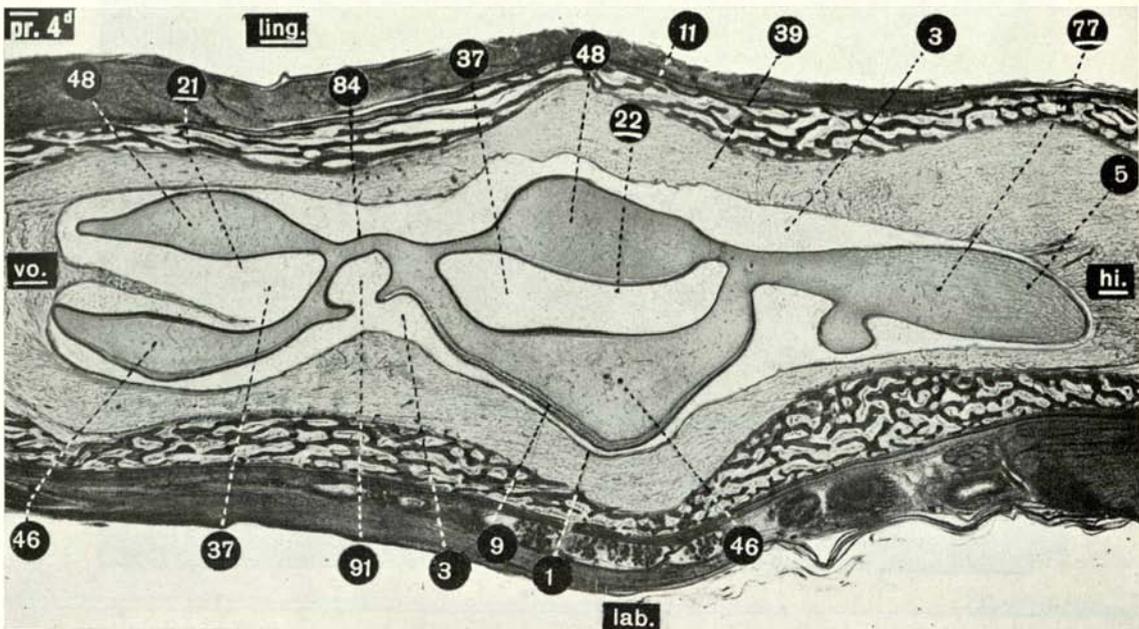


Fig. 3

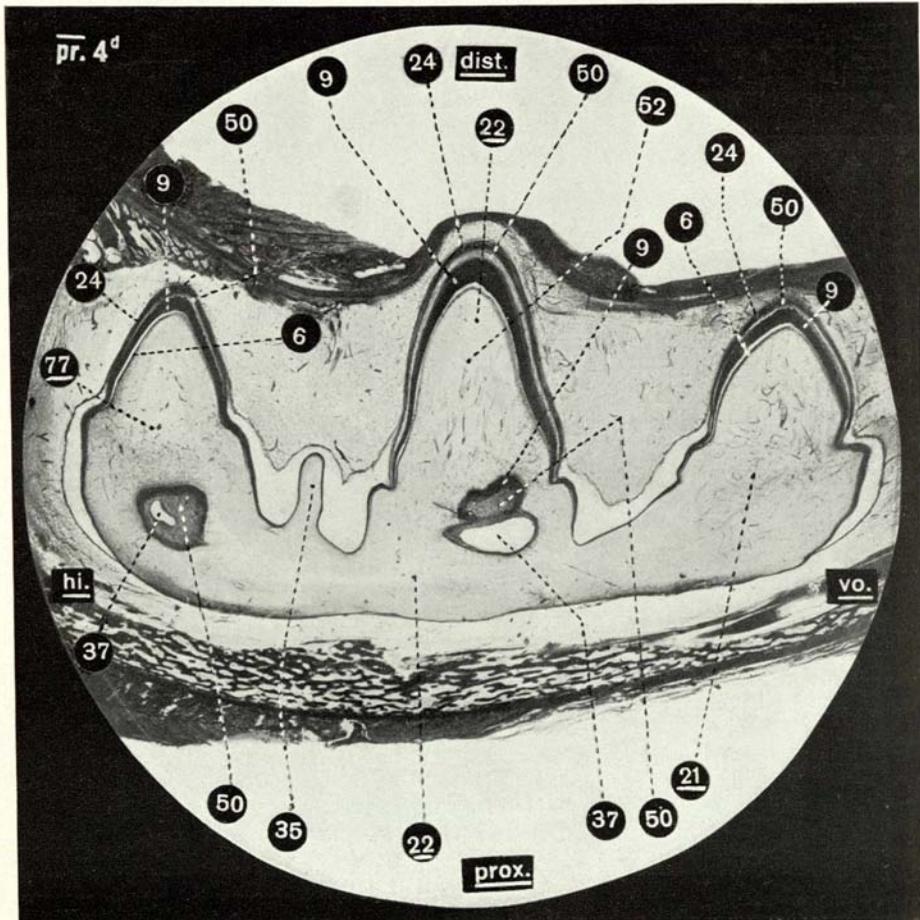


Fig. 1

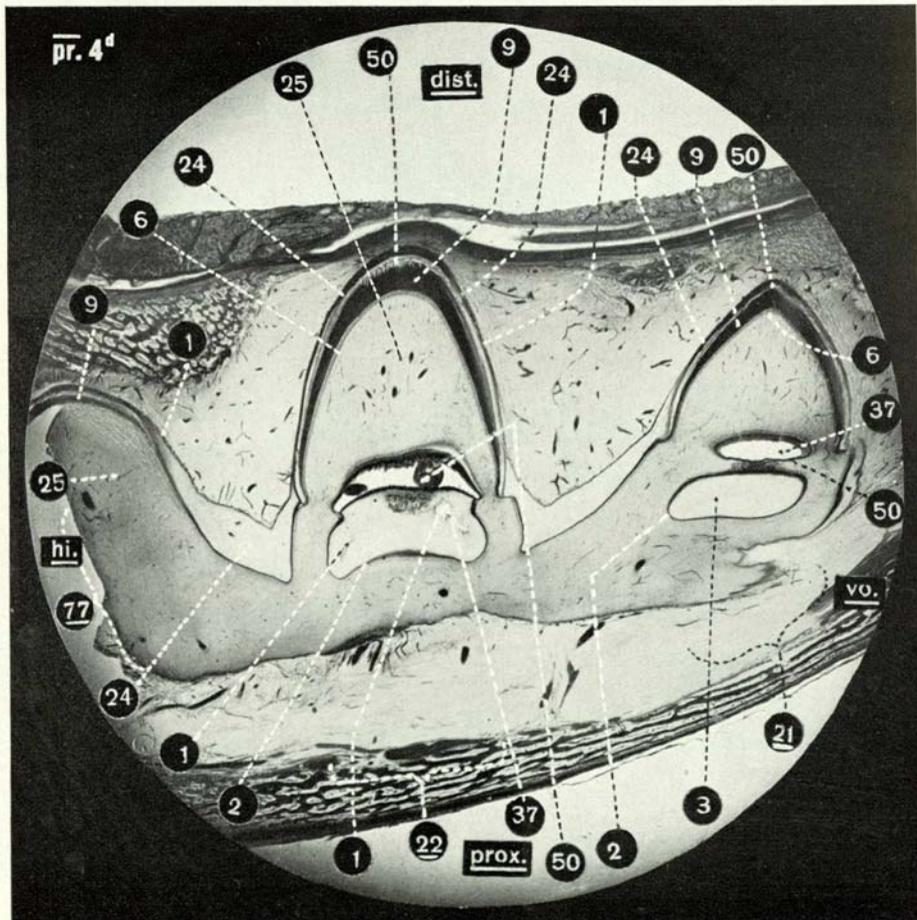


Fig. 2



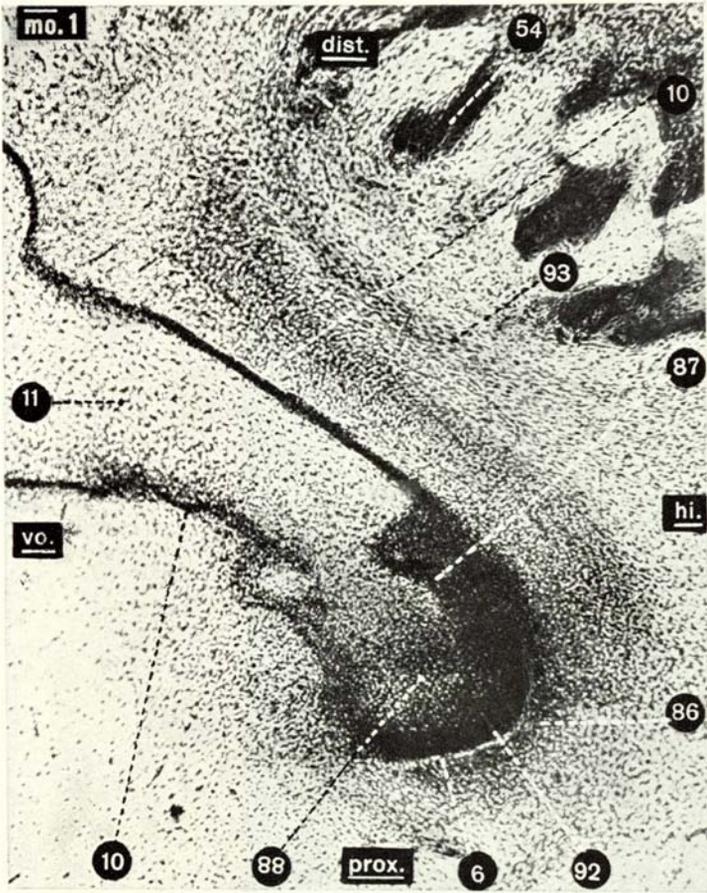


Fig. 1

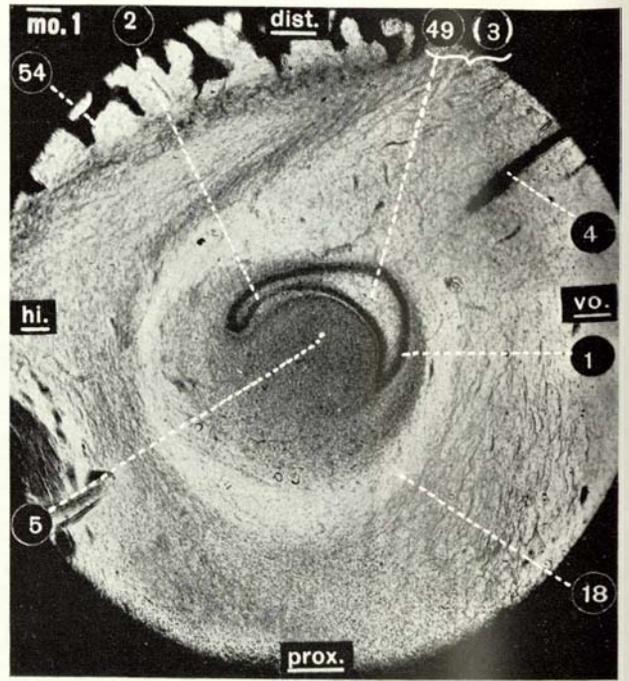


Fig. 2

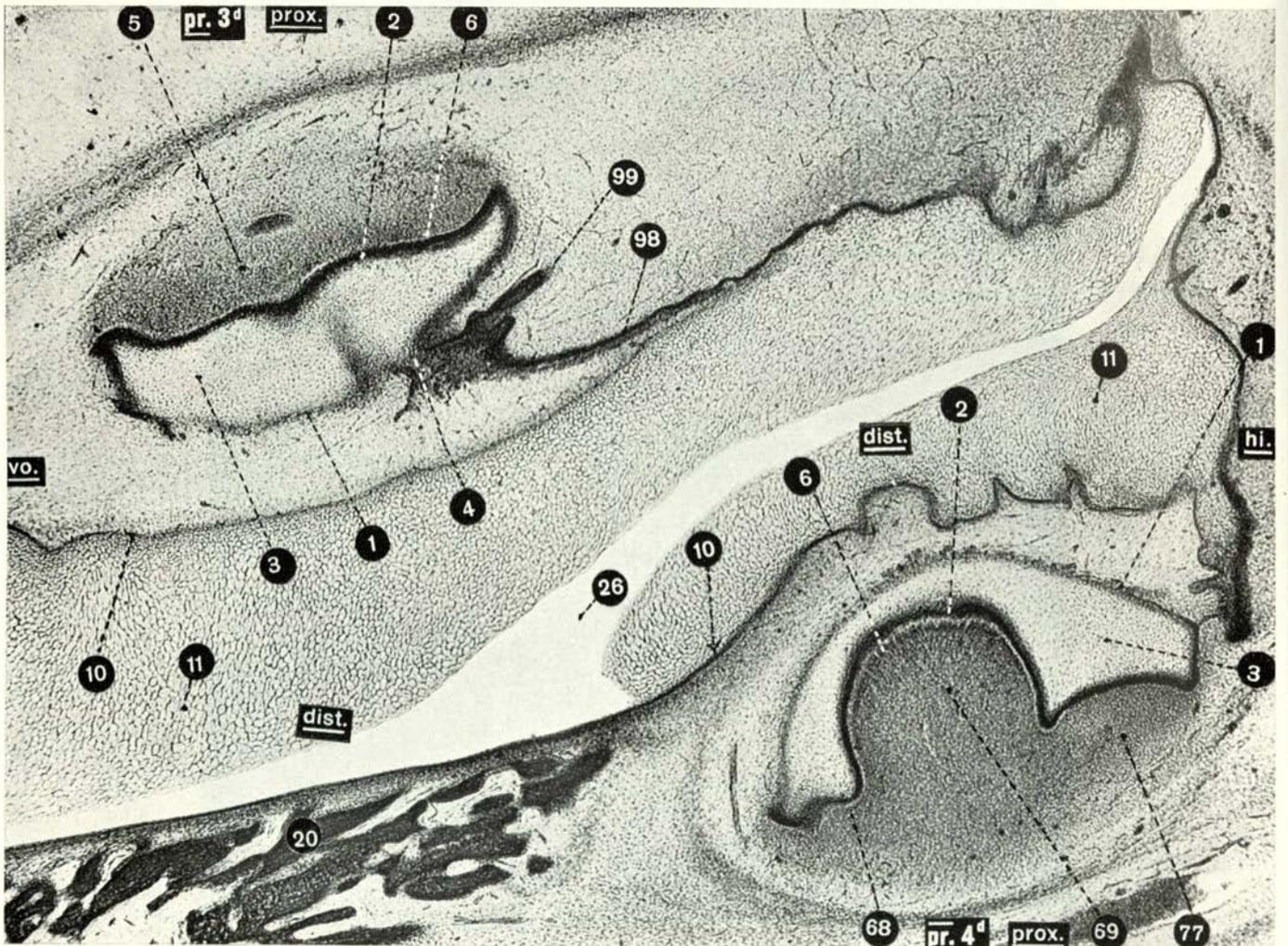


Fig. 3

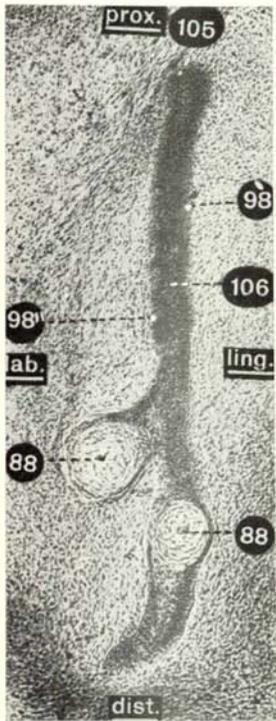


Fig. 3

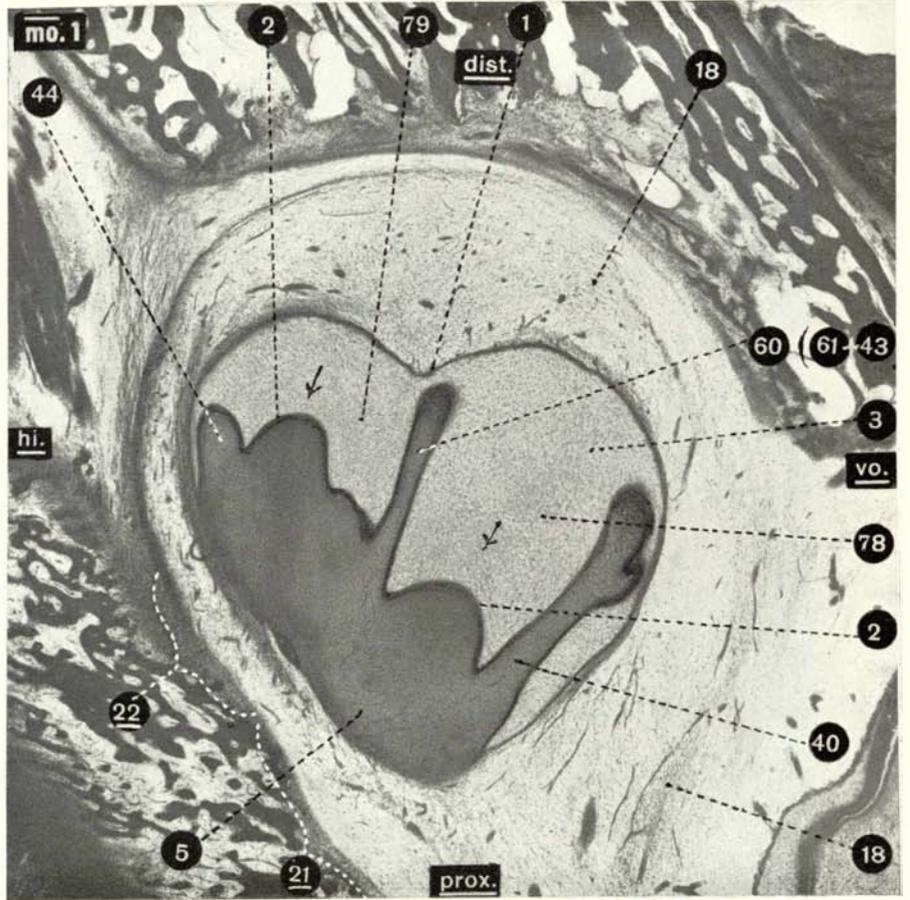


Fig. 2

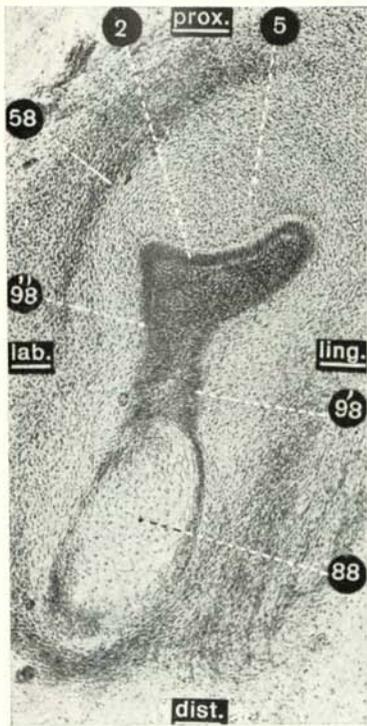


Fig. 4

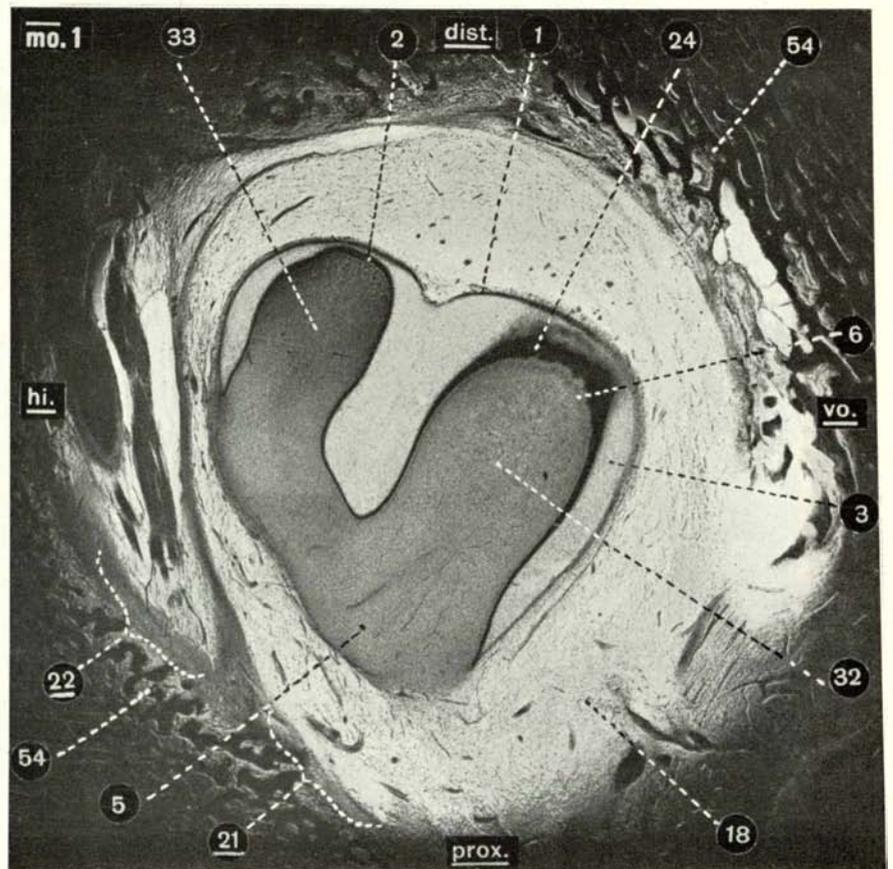


Fig. 1

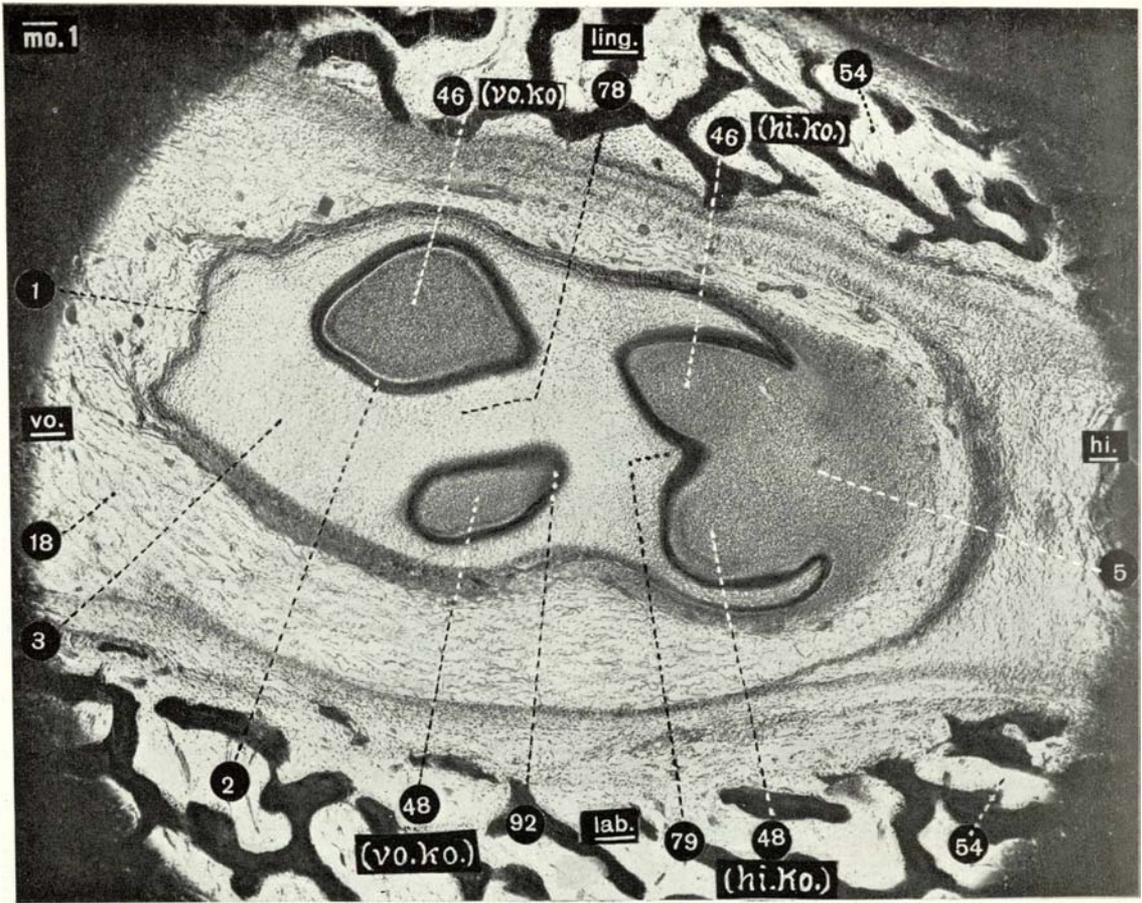


Fig. 1

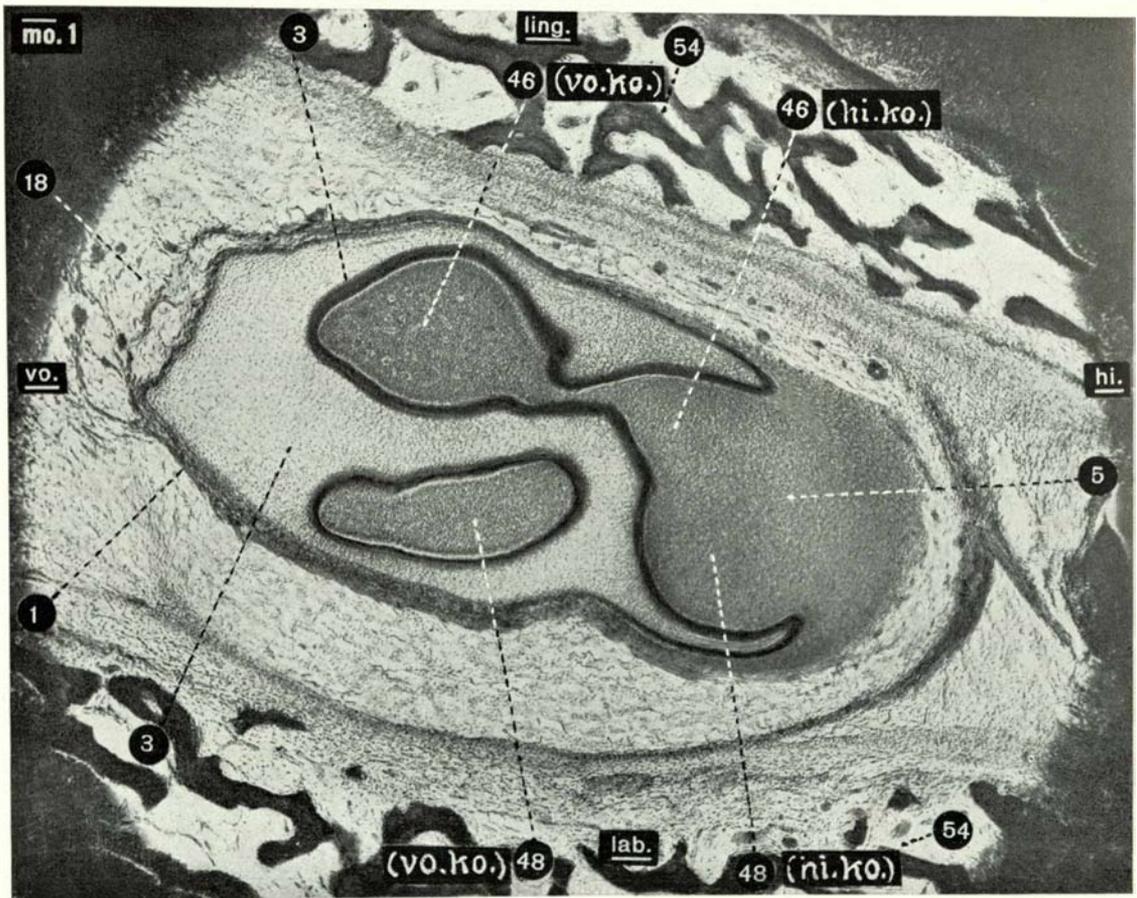


Fig. 2

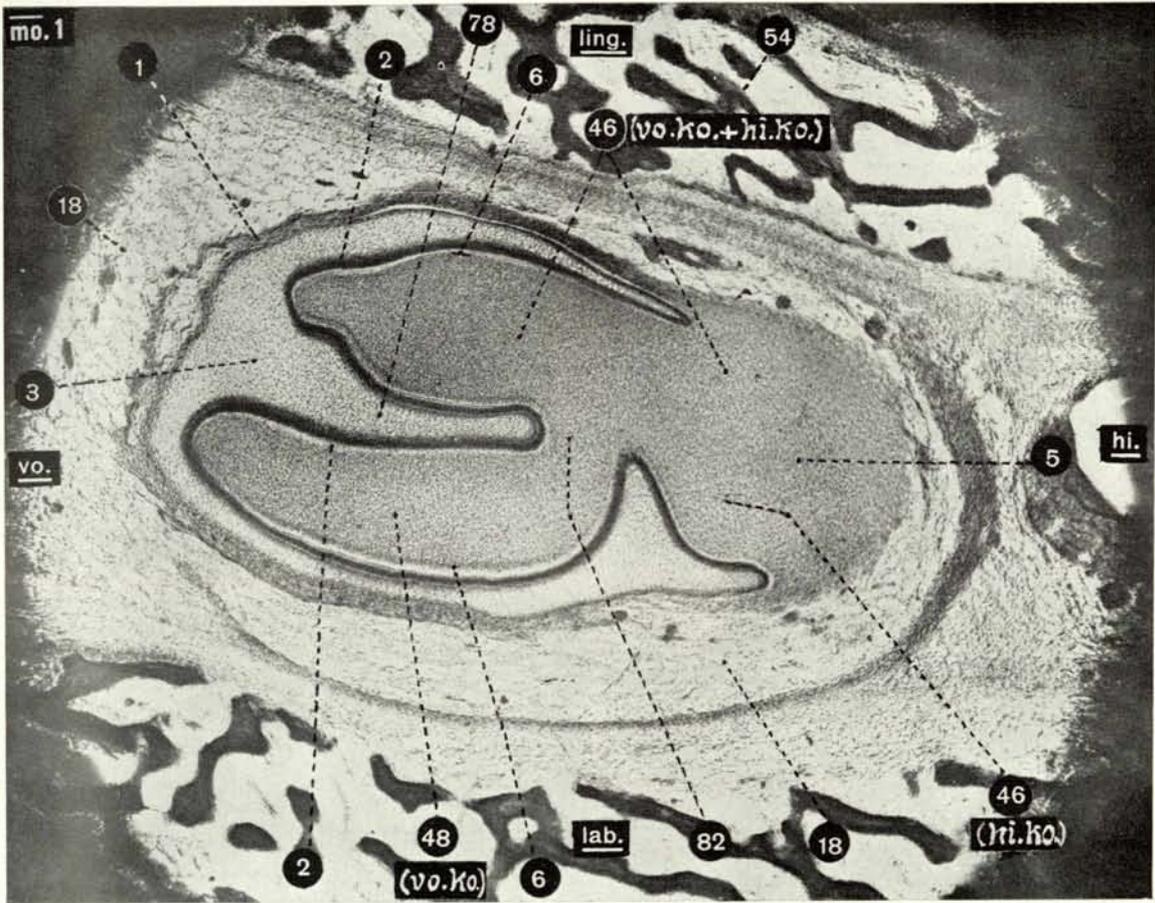


Fig. 1

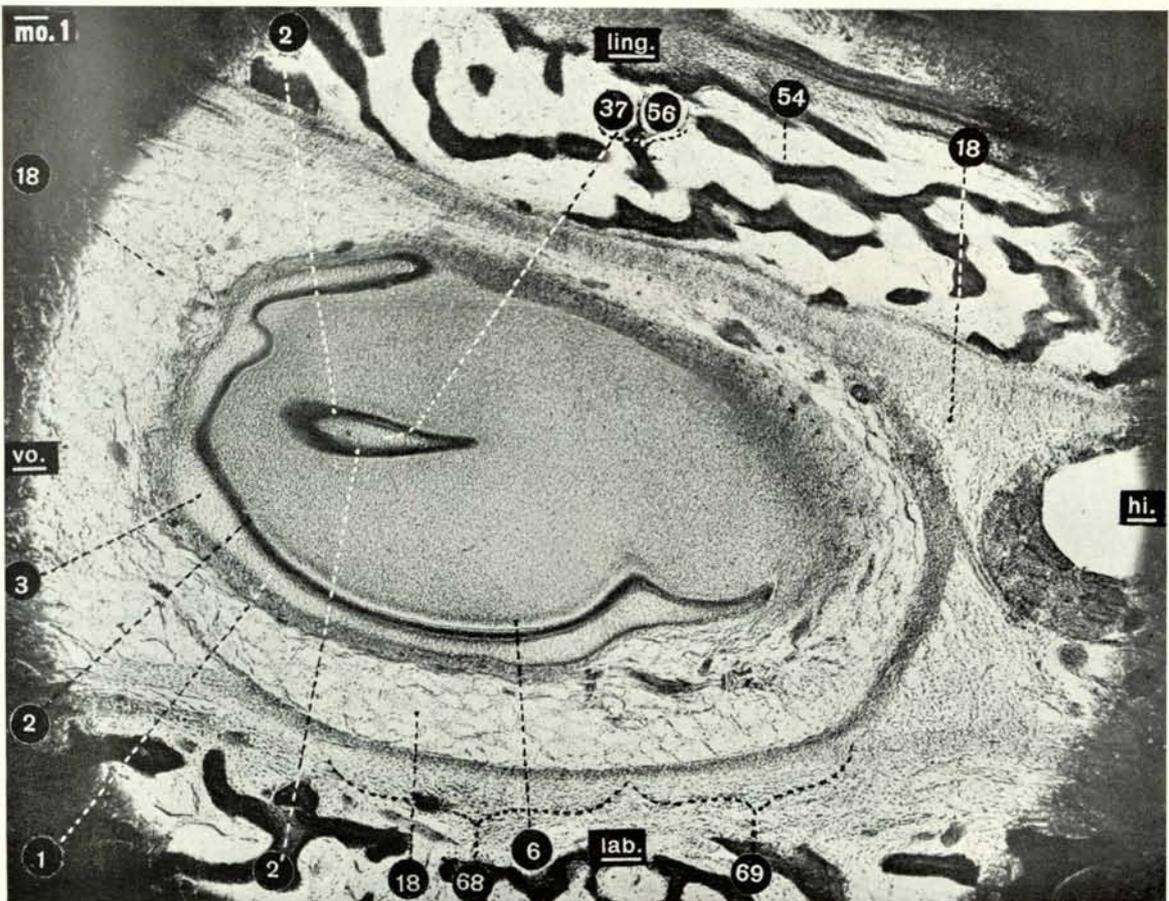


Fig. 2

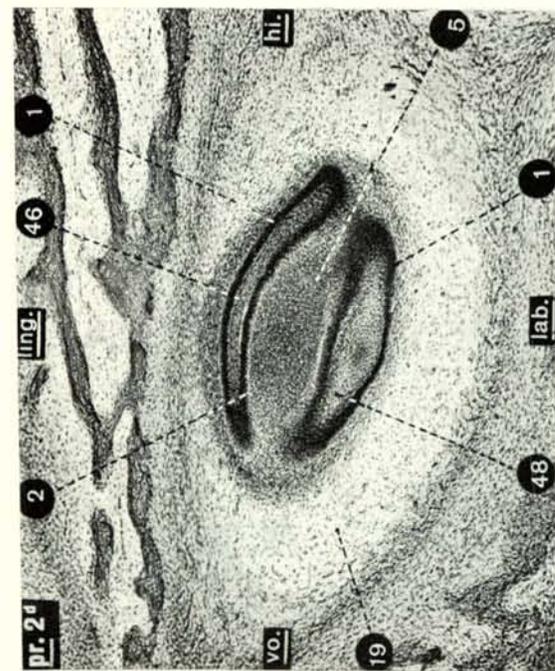
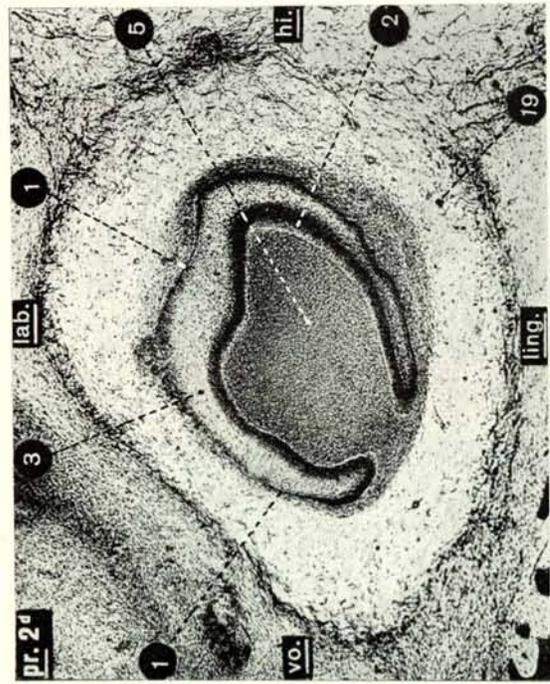
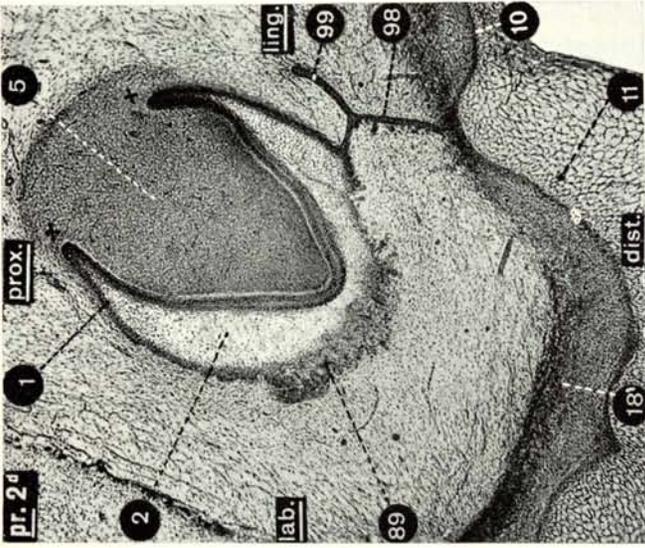


Fig. 1

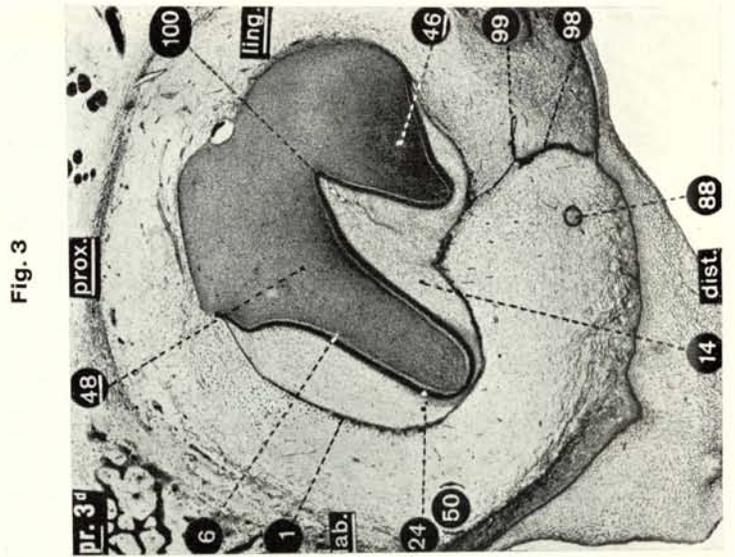


Fig. 3

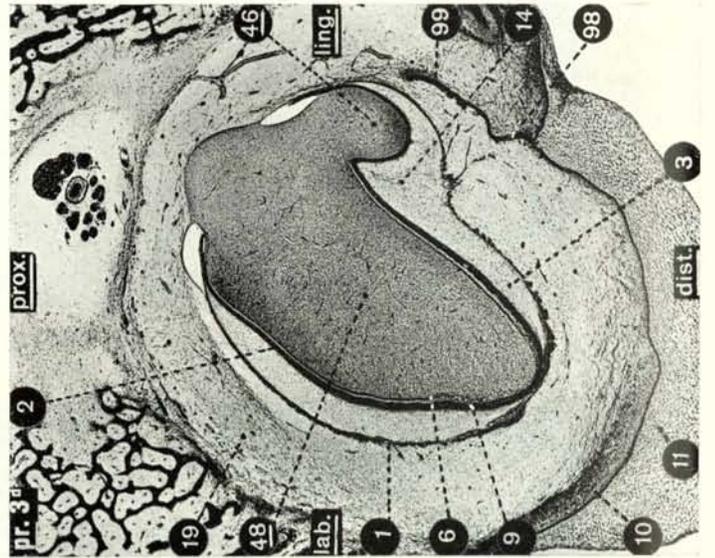


Fig. 2

Fig. 5

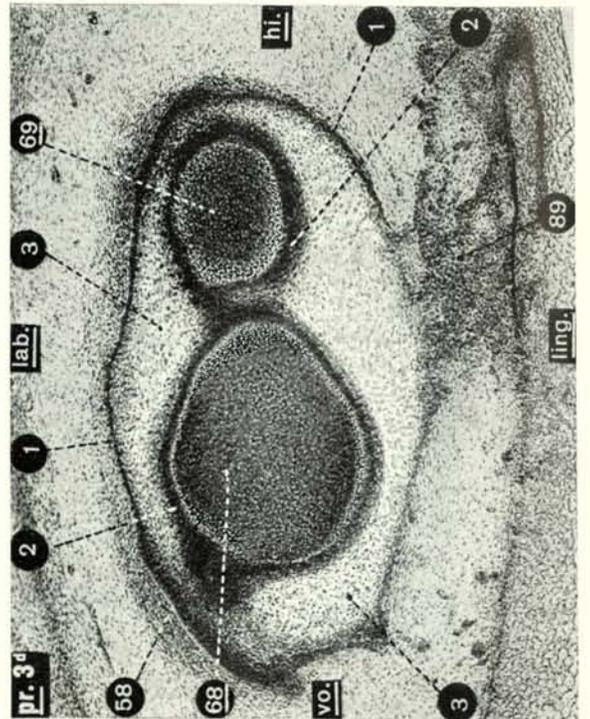


Fig. 4

Fig. 6

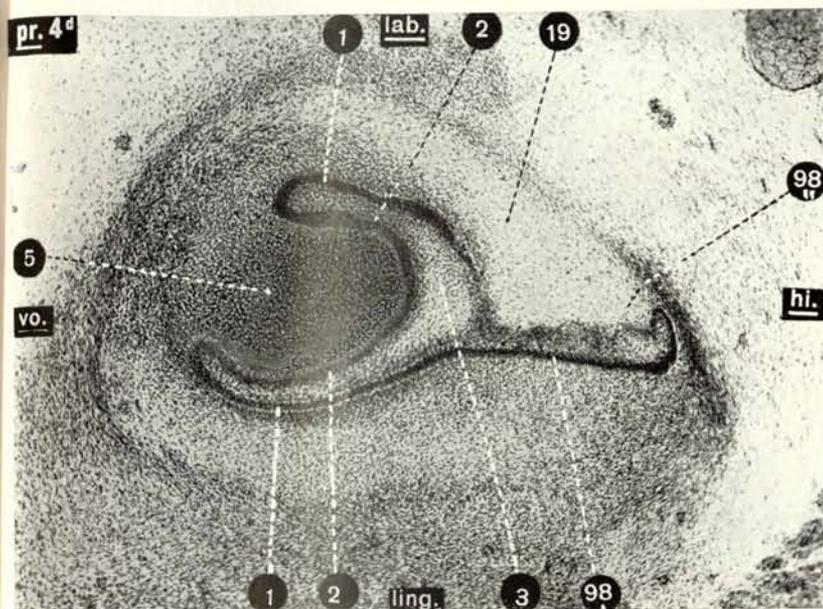


Fig. 1

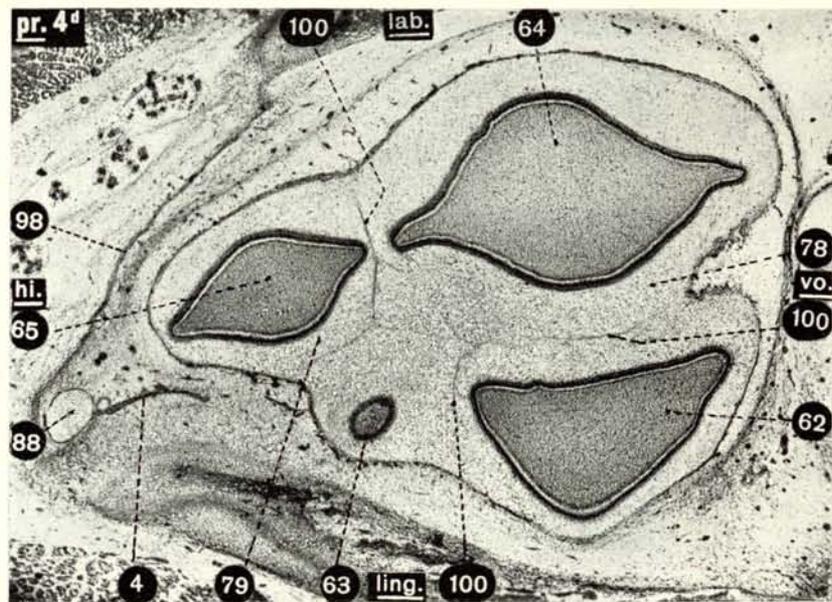


Fig. 2

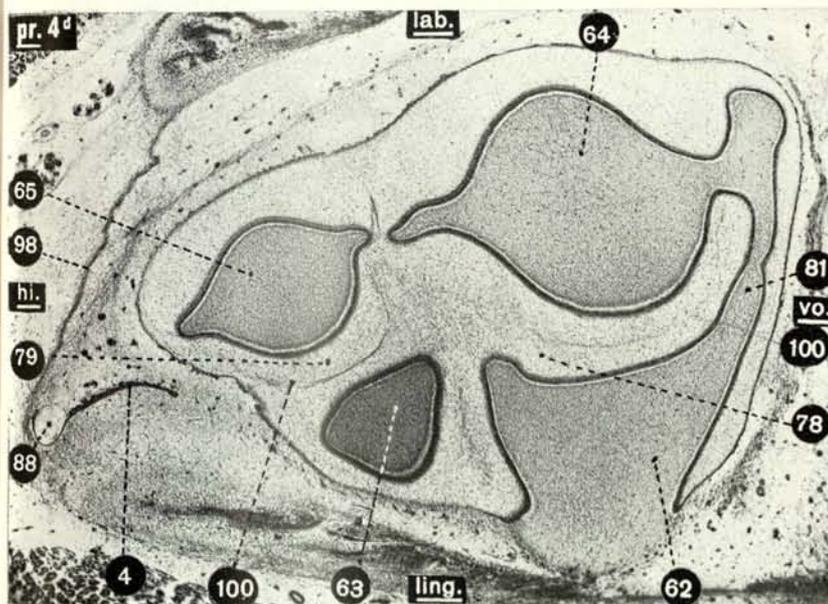


Fig. 3

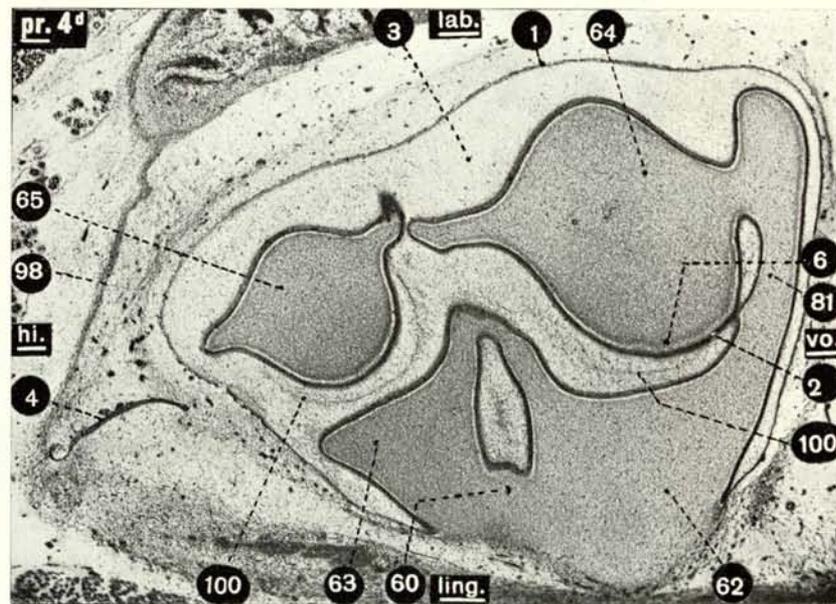


Fig. 4

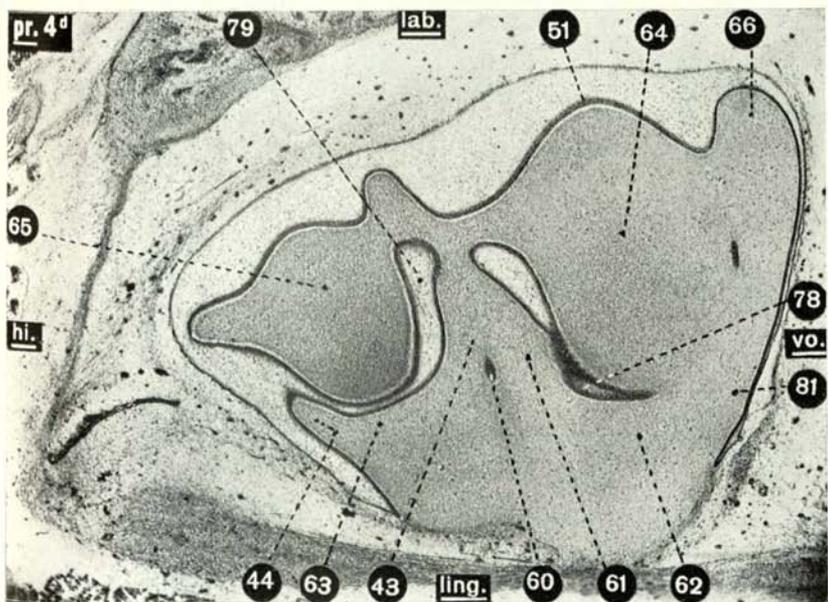


Fig. 5

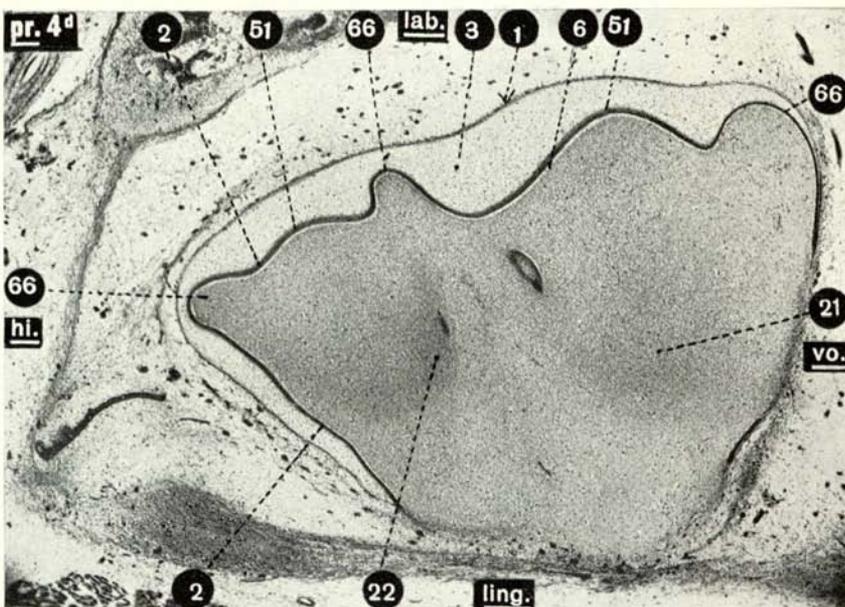


Fig. 6

Fig. 3

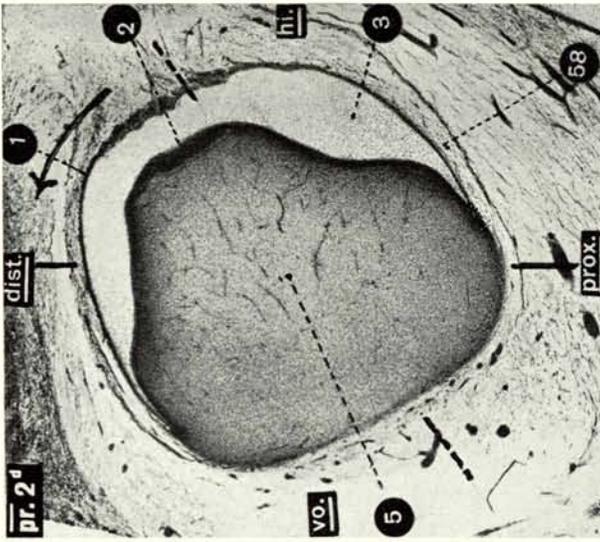


Fig. 2

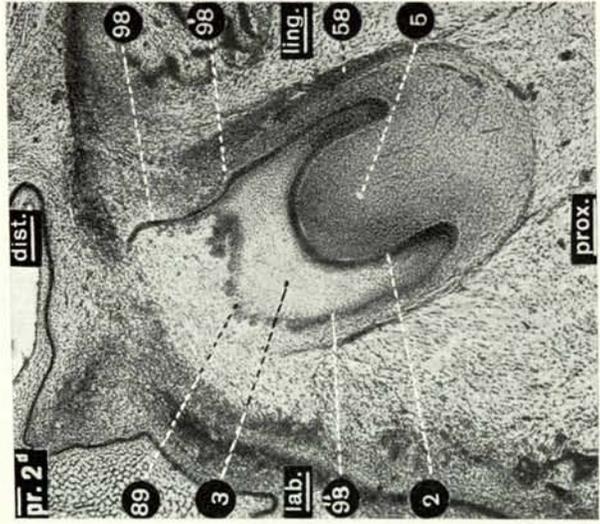


Fig. 1

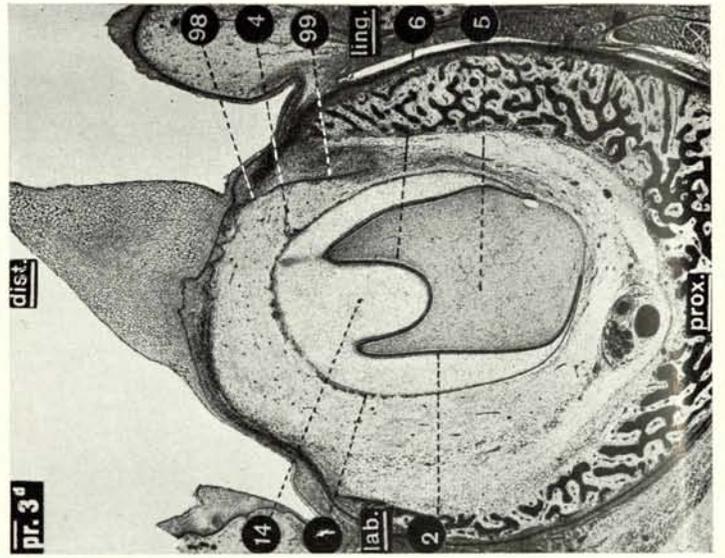
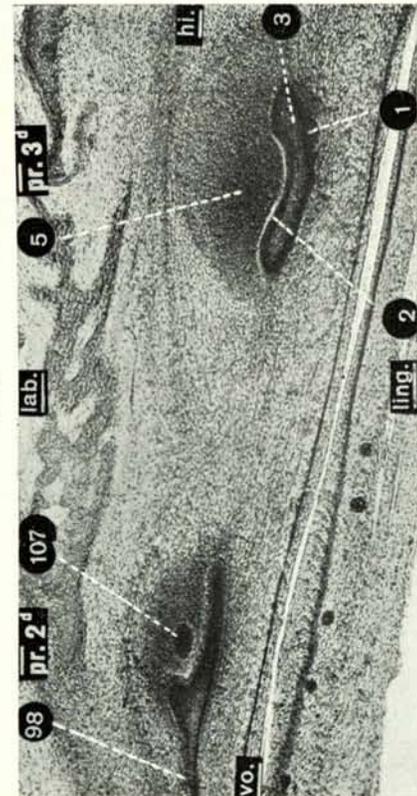


Fig. 6

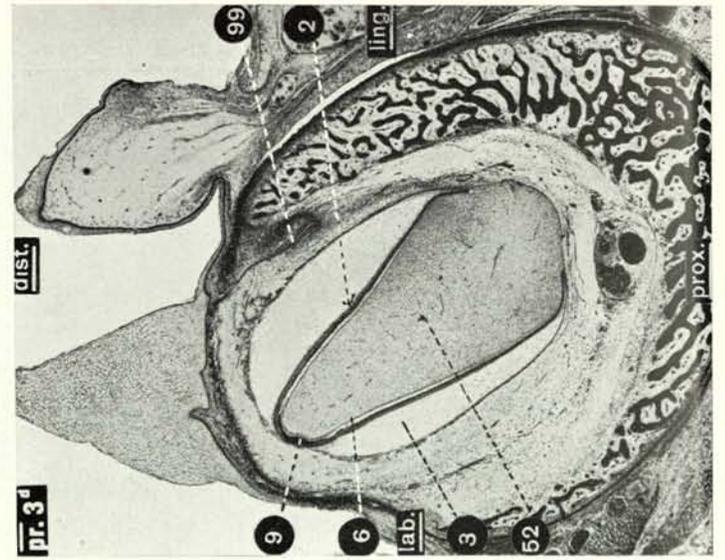


Fig. 5

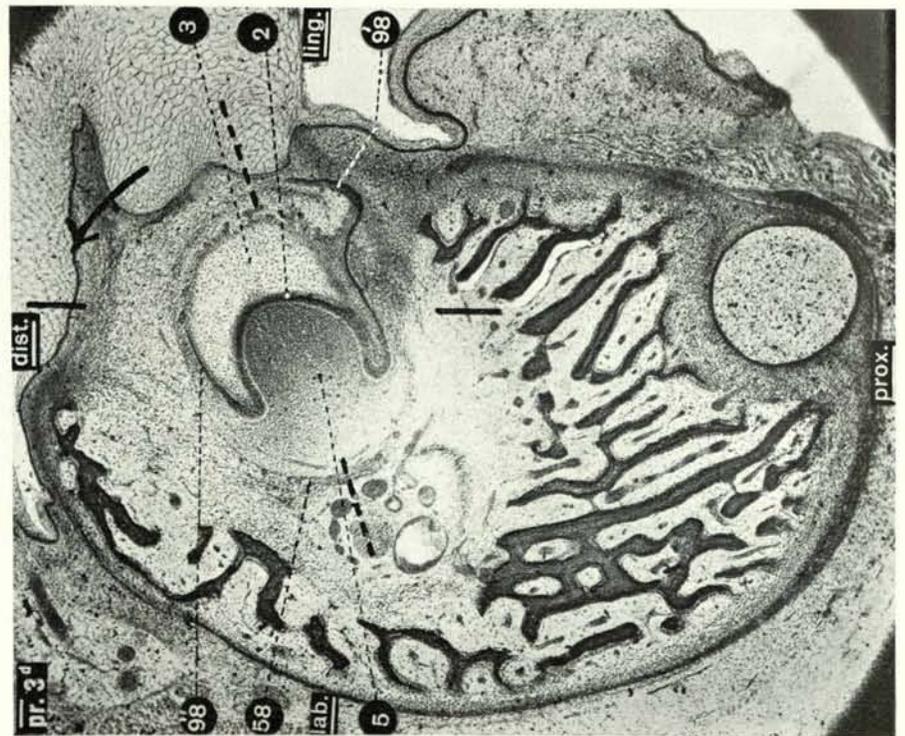


Fig. 4

Fig. 3

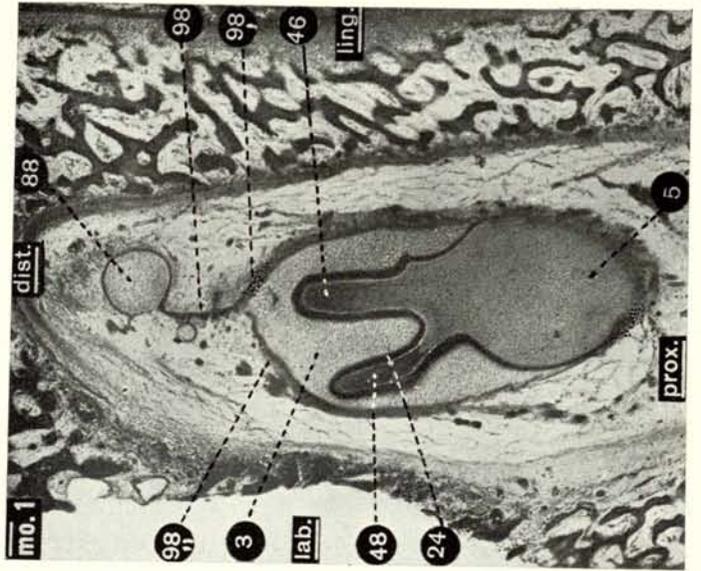
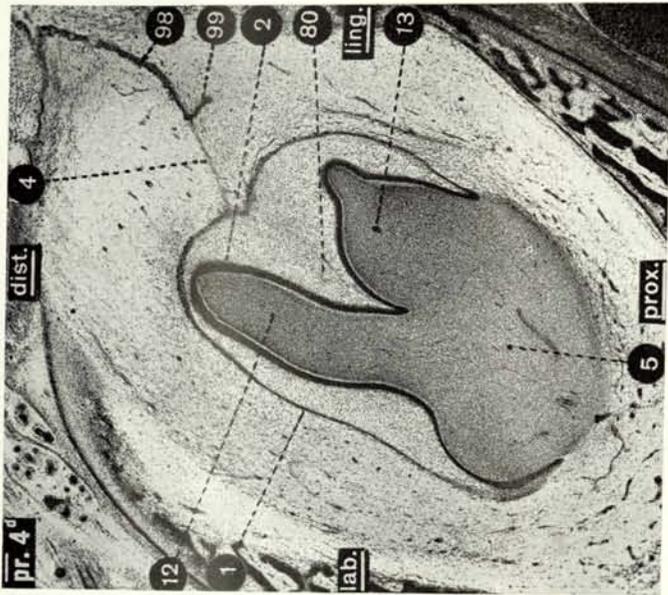


Fig. 6

Fig. 2

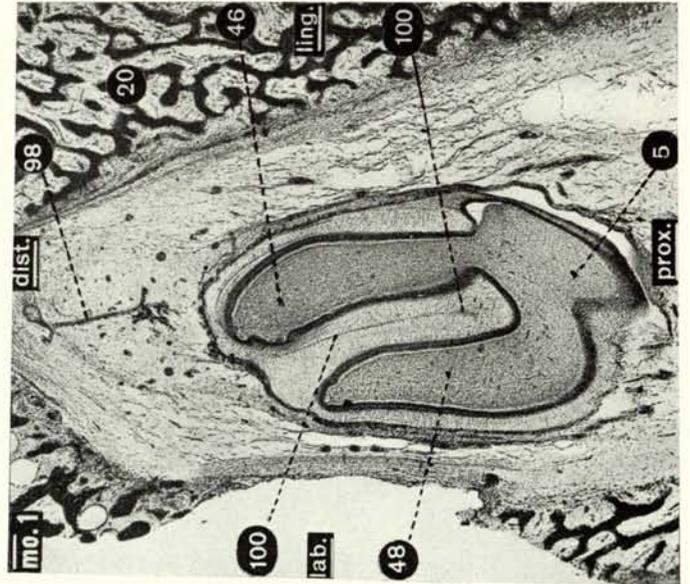
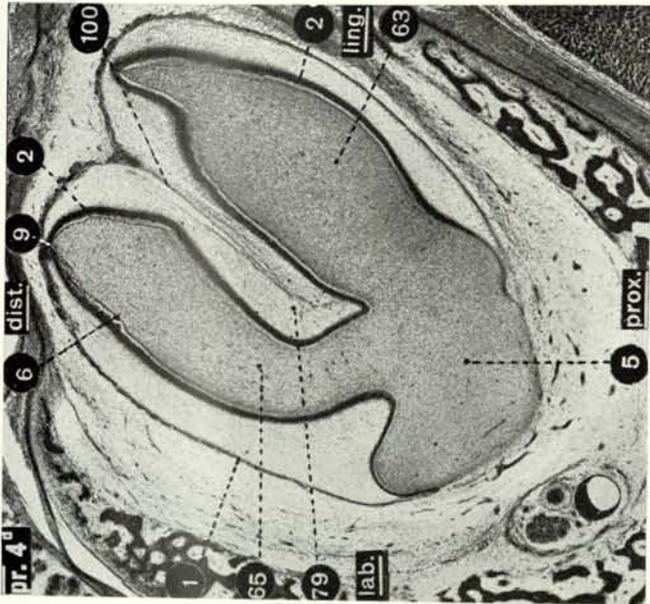


Fig. 5

Fig. 1

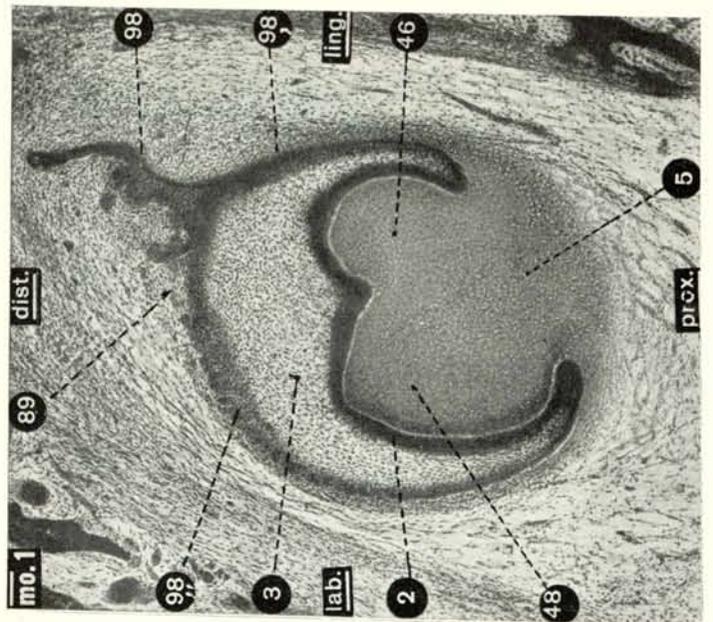
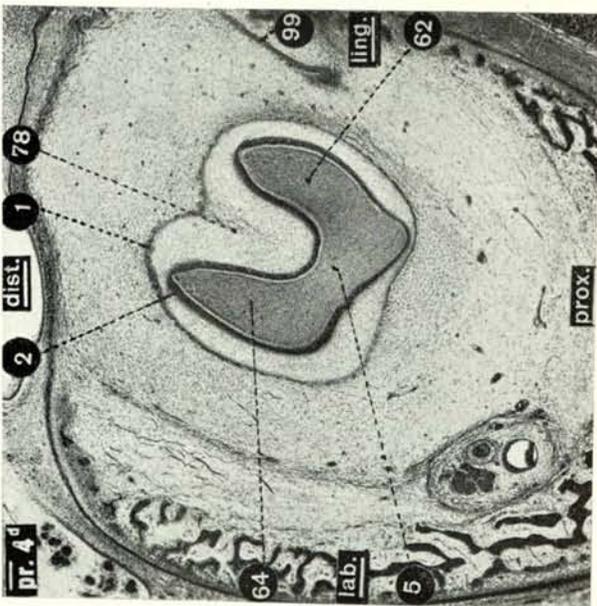


Fig. 4



## DRITTER ABSCHNITT

# Untersuchungen über das morphogenetische Verhalten isolierter Einzelzähne

### Hauptresultat

Die röntgenologischen Untersuchungen ergaben, dass bezüglich der Entwicklung der Zähne, die der Milch- und Dauerdentition angehören, zwei Grundtypen von Zähnen auseinanderzuhalten sind: ein- und mehrkomponentige Zähne.

Zu den einkomponentigen Zähnen gehören im Milchgebiss der Prämolare pr.2<sup>d</sup> des Oberkiefers und die Prämolaren pr.2<sup>d</sup> und pr.3<sup>d</sup> des Unterkiefers; im Dauergebiss sämtliche Prämolaren-Ersatzzähne (Pr.2, Pr.3, Pr.4; Pr.2, Pr.3, Pr.4).

Den mehrkomponentigen Zähnen liegen zwei- und dreikomponentige Anlagen zugrunde.

Als zweikomponentige Zähne erweisen sich im Milchgebiss die Prämolaren pr.3<sup>d</sup> und pr.4<sup>d</sup> und die Molaren mo.2 und mo.3 des Oberkiefers, überdies die Molaren mo.1 und mo.2 des Unterkiefers.

Im Dauergebiss kommen zweikomponentige Zähne (mit Ausnahme der zur Milchdentition gehörenden Molarzähne) nicht vor. Sämtliche Definitivzähne unter den Prämolaren sind normalerweise einkomponentige Zähne.

Dreikomponentige Zähne kommen beim Rind nur unter den Milchzähnen und nur am Unterkiefer vor. Als ein dreikomponentiger Zahn muss Prämolare pr.4<sup>d</sup> des Unterkiefers angesehen werden. Ferner der letzte Molar mo.3.

Diese Resultate stimmen mit den Ergebnissen der morphogenetischen Untersuchung isolierter Zähne überein. Das morphogenetische Verhalten der einzelnen Zähne im Milch- und Dauergebiss lässt in gleicher Weise die Auseinanderhaltung verschiedener Zahntypen zu. Die Untersuchung führt zur Unterscheidung einfacher, entweder in sich eingestülpter oder nicht in sich eingestülpter, meißelförmiger Zähne und von Zähnen zusammengesetzter Art, deren einzelne Teile becherförmige Einstülpungen aufweisen und die, je nach der Zahl der becherförmigen Vertiefungen oder Einzelbecher, sich als ein-, zwei- oder dreibecherige Zähne bei näherer Untersuchung herausstellen.

### Zur Präparationstechnik

Die Zähne sind aus den einzelnen Kiefern auf das sorgfältigste herauspräpariert und von den ihnen anhaftenden Weichteilen vielfach befreit worden. Die Isolierung der Zähne und ihre Herausnahme aus den einzelnen Kieferstücken boten technisch grosse Schwierigkeiten.

Die Zähne des intrauterinen Materials waren deswegen schon sehr schwer in unversehrtem Zustand von der sie umgebenden Knochensubstanz am Kiefer zu befreien, weil die später als zukünftige Kauwerkzeuge die-

nenden Kiefertelle bei jüngeren Föten sich vielfach noch in unverhärtetem Zustand befinden und von weisslichen Weichteilmassen umgeben sind, so dass die Herausmeisselung der Anlagen immer die Gefahr einer Lädierung in sich schliesst, zumal im Gegensatz zu älteren Zähnen, die Frühstadien der Zahnentwicklung keine Pigmentierung zeigen. Dieser Umstand brachte es mit sich, dass bei der Präparation ein ganz vorsichtiges Vorgehen mit den Knochenmeisseln und Knochenlöffeln, die zum Teil erst noch eigens konstruiert werden mussten, angezeigt erschien. Um die Blosslegung der Zähne von den Hartteilen ohne Beschädigung vornehmen zu können, empfahl sich z. B., die Ober- und Unterkieferknochen in einen kleinen, mit einer Bleiwangenzwinde versehenen Schraubstock einzuspannen und die Knochensubstanz schichtenweise vom lingualen oder bukkalen Zahnrand her abzutragen. Als etwas äusserst Zweckmässiges, ja Unerlässliches stellte sich dabei heraus, die Kieferstücke vor der Präparation durchzufrieren. Damit wurden auch die Weich- oder nur zum Teil verkalkten Anlagen in einen Zustand versetzt, der einen Ausgleich in der Konsistenz des Weich-, Zahn- und Knochengewebes schaffte und dadurch die säuberliche und übersichtliche Abdeckung der Zahnentwicklungsstadien ohne Läsionen möglich machte. Selbst an noch weiter in der Entwicklung fortgeschrittenen Stadien, an fertig ausgebildeten Kiefern mit vollständig verkalkten Zähnen, ging die Exstirpation der letztern relativ leicht, wenn die Kiefer vorerst gründlich in der Gefrieranlage durchgefroren waren.

Bei älteren Tieren erforderte die Durchführung der Aufgabe ein besonders grosses Stück Arbeit, denn die Prämolaren und Molaren stehen mit den Knochen und übrigen Hartteilen des Kiefers in ganz ungewöhnlich fester, innigster Bindung.

Wir geben im folgenden auch einige Längs- und Querschnitte von nahezu oder völlig ausgewachsenen, verkalkten, fertigenentwickelten Zähnen wieder. Die Herstellung solcher Schnitte, wie sie in dieser Zahl bisher am Rinderzahn kaum je zur Untersuchung der Innenstruktur der Zähne herangezogen worden sind<sup>1</sup>, schien anfangs ein Ding der Unmöglichkeit und an der enormen Härte der Zähne scheitern zu wollen. Wir setzten uns zwecks Anstellung von Versuchen, Schmelzzähne dennoch in Schnitte zu zerlegen, mit der Leitung eines zahnärztlich-technisch geschulten Personals in Verbindung, in der Hoffnung, es würde möglich sein unter Verwendung von Hilfsmitteln, wie sie dem praktischen Zahnarzt in der modernen Bohr- und Schneideanlage mit elektrischem Antrieb heute zur Verfügung stehen und unter Ausnützung einer langjährigen Erfahrung in solchen Arbeiten, Schnitte durch Zähne anzulegen. Die Objekte erwiesen sich indessen wegen ihrer Härte gegenüber dem Instrumentarium des Humanzahnarztes als unbearbeitbar. Der grossen Schwierigkeiten konnte schliesslich ein praktischer Ingenieur, wie in der Einleitung erwähnt, Herr werden.

Die Herstellung von Schnitten wurde, wie folgt, ermöglicht: Die Zähne gelangten zur Einspannung in den Maschinenschraubstock einer stabil und solid konstruierten Fräsemaschine für Metall- und Porzellanmaterial. Die Schnitte durch die Zähne selber wurden mit aus Schnellschnittstahl hergestellten, gezähnten, 0,5 bis 1 cm dicken Kreissägen hergestellt, wie sie in der mechanischen Industrie sonst bei der Stahlverarbeitung verwendet werden. Zum nachträglichen Abschleifen und Ebenen der geschnittenen Zahnflächen diente eine rotierende Karborundscheibe. Jüngere Zähne machten das Einschliessen in eine Gipsmatrix notwendig, zu deren Herstellung gefärbter Gips zwecks Auseinanderhaltung von Objekt und Hüllmasse vorteilhafterweise verwendet wurde. Der nach eingetretener Härtung verwendete Gips liess sich mit dem Objekt leicht schneiden. Bei zarteren Objekten ersetzte die Kreissäge eine Handsäge aus Schnellschnittstahl. Die Herstellung eines einzigen Schnittes nahm manchmal mehr denn eine halbe Stunde in Anspruch.

## A. Untersuchungen an den Zähnen des Milchgebisses

Wir beginnen mit den Zähnen des Milchgebisses und greifen unter ihnen den vordersten Prämolaren pr. 2<sup>d</sup> des Oberkiefers heraus. Später ziehen wir dann in die Beschreibung die sich anreihenden nachfolgenden Zähne des Oberkiefers. In entsprechender Weise behandeln wir hernach die Zähne des Unterkiefers. Aus Gründen der reinlichen Scheidung stellen wir die intrauterinen Stadien der Zahnentwicklung denen der extrauterinen Entwicklung voran.

<sup>1</sup> BRUHNS, K. (1931), der das Verhalten der Schmelzeinstülpungen der maxillaren Backzähne beim Pferd in gegenseitiger Relation näher studierte, fand, dass die unregelmässige Verteilung der einzelnen Zahnschubstanzen an den Backzähnen des Pferdes mit ihrer Entstehung aus verschiedenen einzelnen Anlagen zusammenhängt, die erst später miteinander verschmelzen, stellte sich mit einer Metallhandsäge ebenfalls zahlreiche einzelne Schnittpräparate für Studienzwecke her, beschränkte sich aber gemäss seiner Aufgabenstellung auf das Material der Equiden.

# I. Die intrauterinen Stadien der Zahnentwicklung

## 1. Die Milchzähne des Oberkiefers

### a) Die Prämolaren

#### aa) Der Prämolare pr. 2<sup>d</sup>

*Der Prämolare pr. 2<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 344, ♀, 89,2 cm Kopfsteisslänge.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 1—7.

Der aus den knöchernen Bestandteilen des Oberkiefers sorgfältig herauspräparierte Zahn zeigt einen einfachen, nicht zusammengesetzten Bau. Der Zahn erscheint, von der labialen Seite her betrachtet, als einfacher, meisselförmig gestalteter Zahn, dessen «Kronenteil»<sup>1</sup> vom Wurzelteil kaum unterscheidbar ist, zumal eine einheitliche Wurzelanlage, wiewohl bereits erste Ansätze für die Äste von Wurzeln wahrgenommen werden können, erst in der Entstehung begriffen ist. Die linguale Seitenwand des Zahnes, die sich bei einer Auflage der bukkalen Wandfläche des Bechers auf die Grundfläche zeigt (Fig. 2), reicht proximalwärts weniger tief herunter als die bukkale Seitenwand und lässt zwischen den beiden Wänden einen durch eine in proximaler Richtung an der künftigen Kaufläche erfolgte Einstülpung geschaffenen Raum frei (Fig. 3, 4 und 5), was bei Betrachtung des Innenraumes am Zahn (Fig. 6) nach Abtragung des Wurzelbodens (Fig. 7) offensichtlich wird. Dieser repräsentiert einen ansehnlichen, in das Innere des Zahnes sich hineinprojizierenden Wulst, während der Hohlraum teilweise von den Faltenwülsten aus Hartschubstanz beansprucht wird.

*Der Prämolare pr. 2<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 335, ♀, 91,0 cm Kopfsteisslänge.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 8 und 9.

Prämolare pr. 2<sup>d</sup> zeigt bei dem um ca. 2 cm längern Fötus keine Formabweichungen im Verhalten des Zahnes. Die seitlichen Zahnteile haben eine stärkere Flächenentwicklung erfahren. Ausserdem zeigt die bukkale Seitenfläche (Fig. 8) in ausgesprochener Weise Unebenheiten, die mit der Ausbildung von vertikal gestellten «Schmelzfalten» (Wandfalten) im Zusammenhang stehen.

Deutlich sind nunmehr zwei Ansätze, zwei Wurzeläste (Fig. 8 und 9) wahrzunehmen. Der kräftigere Wurzelansatz liegt oralwärts, der etwas schwächere okzipitalwärts.

#### bb) Der Prämolare pr. 3<sup>d</sup>

*Der Prämolare pr. 3<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 315, ♀, 50,0 cm Kopfsteisslänge.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 10—15.

Die bei Rind 315 isolierte Zahnanlage zeigt nun im Gegensatz zu Prämolare pr. 2<sup>d</sup> deutlich die Doppelbecherform (Fig. 10, 11 und 13). Der vordere, nach vorn zu gelegene Becher,

<sup>1</sup> Wir reden bei unseren Beschreibungen des öfters von «Krone», wogegen wir nach dem Vorschlage von JOEST (1915) bzw. BAUM (1921) den Teil des Zahnes als «Zahnkörper» hätten bezeichnen müssen, da nach den genannten Autoren der Ausdruck «Krone» nur für den extraalveolären Teil des Zahnes verwendet werden soll, «Wurzel» für den intraalveolären, in der Alveole stehenden Zahnteil. Der Zahnkörper ist nach BAUM dagegen der schmelzbedeckte Zahnteil, der «Zahnsockel» der schmelzlose Teil des Zahnes.

BAUM, H. (1920) berichtet, dass er für die Bearbeitung der von ELLENBERGER mit ihm herausgegebenen «Anatomie der Haussäugetiere» die Zähne einer nochmaligen Untersuchung unterzogen hätte und trägt diese Ergebnisse vor (Auffassung mit den in der Dissertation seines Schülers WEISS vertretenen Ansichten übereinstimmend). BAUM definiert: «Krone» ist der extraalveoläre, die Alveole der überragende Teil, «Wurzel» der intraalveoläre, in den Alveolen steckende Teil. Die Definition soll das Verhältnis des schmelzbedeckten zum schmelzfreien Teil des Zahnes nicht berühren. «Ich unterscheide mithin an den Zähnen der Säugetiere: die Krone als den extraalveolären Teil, die Wurzel als den intraalveolären Teil; ferner den Zahnkörper (schmelzbedeckten Teil) und den Zahnsockel (schmelzlosen Teil)».

ist etwas massiger abgesetzt als der okzipital gelegene, benachbarte hintere Becher. Bei Betrachtung des Zahnes von der bukkalen Seite (Fig. 10) erscheinen zwei in der Mitte durch eine gemeinsame Schmelzleiste verbundene und zusammengehaltene, ähnlich formierte Wände. Jede Wand erreicht distal in der mittleren Längsachse ihren tiefsten Punkt. Von diesem aus zieht nach der Basis des Zahnes über jede Fläche ein mittelständiger «Hauptleistenzug», der in weniger ausgeprägten «Schmalleisten» (= «Seitenleisten») links und rechts am Rande jeder Zahnfläche eines Bechers Gegenpartner besitzt. Die einander benachbarten, innern randständigen Schmelzleisten der beiden Becher stossen zusammen und bilden eine mehr oder weniger verschmolzene Trennleiste. Bei Betrachtung des Zahnes von der lingualen Seite (Fig. 11) treten die konvex nach der Zungenseite hin gewölbten Wände der beiden Zahnbecher in einen deutlichen Gegensatz zu den trotz der Anwesenheit von Leisten an der Aussenwand im ganzen ungebogenen, flacheren Bukkalwänden.

Ein Blick auf die zukünftige Kaufläche des Zahnes lehrt (Fig. 15), dass jeder von einer flachen bukkalen und einer konvex gebogenen lingualen Seitenwand umschlossene Zahnbecher im Gebiet der späteren Kaufläche des Zahnes eine grubenartige, nach der Basis sich verjüngende Einstülpung aufweist, wodurch zwei Zahnkelche zur Ausbildung gelangen, die sich mit ihren Wandteilen begrenzen.

Die Wurzelfläche ist von derbem Bindegewebe überzogen, nach dessen Abtragung das Studium der Innenstruktur des Zahnes möglich wird. Ein Blick in das Innere des Zahnes zeigt, dass die beiden Kauflächengruben tatsächlich Einstülpungen der spätern Kauflächenwand nach dem Innern des Zahnes zu sind, denn man sieht als Ausdruck dieses Vorganges entsprechende in das Zahninnere hineinragende Wülste (Fig. 13 und 14).

Die freie Entwicklung der beiden Wülste («Kundengruben») im Innern der Zahnanlage findet eine starke Einschränkung durch einen in disto-proximaler Richtung und labio-lingual vor sich gehenden Ausweitungsprozess des zwischen der äussern bukkalen Becherwand und der bukkal gerichteten Wandung der Einstülpung gelegenen Hohlraumes einerseits und des zwischen der zungenwärts gelegenen Ausstülpungswand und der lingual gerichteten Becherwand gelegenen Hohlraumes andererseits. Gerade diese Prozesse der Ausweitung führen zur Bildung von Hauptleisten an den bukkalen Wänden der beiden Zahnbecher und zu einer starken Konvexität der lingualen Becherwände. Zuzufolge dieses Umstandes wird der geräumige Becherraum zu einer schmalen Spalte umgewandelt, die, entsprechend des Verhaltens der Hohlraumteile im Innern des Zahnes, an der Basis am engsten, am distalen Zahnende am weitesten ist. Da die Ausbuchtungen der Zahnbecherwände noch in einer augenfälligeren Weise bukkal als lingual die Ausstülpungswand trifft, so wird die Einengung jedes nach dem Innern des Zahnes vorgewölbten Bechersackes hauptsächlich von der starken Entfaltung der Hauptleiste auf der bukkalen Wand des Bechers beeinflusst, was zur Folge hat, dass die Zahnkunden im Querschnitt halbmondförmige Gestalt annehmen und im Oberkiefer die Bogenöffnung nach der bukkalen Seite hin gelegen ist, während im Unterkiefer sie nach der lingualen Seite hin liegt.

*Der Prämolare pr. 3<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 332, ♀, 64,2 cm Kopfsteislänge.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 16 21.

Rinderfötus 332 zeigt die Anlage des Prämolaren pr. 3<sup>d</sup> im Stadium des Wachstums. Betrachtungen des Zahnes von der Seite (Fig. 16, 17 und 18) lassen die nunmehr länger gewordenen Einzelkelche deutlich in Erscheinung treten. Die mit Haupt- und Nebenleisten ausgerüsteten bukkalen, äussern «flachen Wände» und die innern gebogenen lingualen Wandungen der Becher treten massiger auf. Ganz besonders kräftig erscheinen die Leistenbildungen an den bukkalen Wandstücken der Zahnbecher (Fig. 16). Die weiter fortschreitende Reduktion des Becherhohlraumes ist offensichtlich (Fig. 19). Instrukтив ist die Abbildung 20, welche das Resultat der

zunehmenden Auswirkung der im Zusammenhang mit der Bildung der Hohlleisten an den Zahnwandungen sich abspielenden Prozesse wiedergibt. Die die Zahnbechereinhöhlungen darstellenden, in das Innere des Zahnes sich hineinprojizierenden Wülste haben, wie die Inspektion der morphologischen Beschaffenheit des Innenraumes der Zahnanlage ergibt, eine ausgesprochene Krümmung erfahren, indem sie in halbkreisartiger (hufeisenförmiger) Verbiegung doppelt konturierte Bogen beschreiben, die nach der bukkalen Seite geöffnet und deren Konvexitäten nach der lingualen Seite hin verlegt sind.

Die Wurzelfläche des Zahnes wird nunmehr zum grössten Teil von Hartschubstanz dargestellt (Fig. 21). Der Wurzelboden ist dicker geworden und stösst stark gegen das Innere des Zahnes vor. Im Bereich des harten Wurzelbodens werden drei Stellen mit Weichgewebe für den Anschluss von Wurzelanlagen ausgespart.

Am vordern Becher tritt die von Hartschubstanz umrandete, senkrecht zur Längsachse des Zahnkelches gerichtete Weichpartie als Innenfüllung des Zahnes in sanduhrartiger Abgrenzung gegen die Hartschubstanz auf, so dass ein Vergleich dieser Verhältnisse mit denen am hinteren Zahnbecher, wo zwei voneinander durch Hartschubstanz getrennte Öffnungen für die Aufnahme der Wurzelpulpa vorliegen und damit die Anlage zur Ausbildung selbständiger, nicht miteinander verschmelzender Wurzeläste geschaffen ist, bemerkenswerte Unterschiede ergeben.

*Prämolar pr. 3<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 344, ♀, 89,2 cm Kopfsteisslänge.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 22–28.

Rinderfötus 344 zeigt in bezug auf die Gebissentwicklung ähnliche Verhältnisse, wie sie eben für den Fötus 332 beschrieben worden sind. Der Zahn, der noch stärker geworden ist, zeigt einen Zementbelag an der Basis der Anlage (Fig. 22, 23 und 28).

Ferner beachte man die stärkeren Ausfaltungen der bukkalen Becherwände im Sinn der fortschreitenden Entwicklung der Wandbecherleisten (Fig. 27) und die weitere Ausbildung der Kundengruben in den einzelnen Bechern (Fig. 24).

Deutlicher wie im vorigen Fall treten am Wurzelboden die Anlagen zum Ansatz der Wurzeläste auf (Fig. 25 und 26), wobei nach der Entfernung der Weichteile (Fig. 26) sich eine grosse Öffnung (Doppelöffnung, Verschmelzung zweier Wurzeläste) im vordern Zahnbecher und zwei voneinander getrennte Öffnungen (Ansatz für getrennte Wurzeläste) im hintern Teil des Zahnes (hinteren Zahnbecher) zeigen.

*Der Prämolar pr. 3<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 335, ♂, 91,0 cm Kopfsteisslänge.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 29 und 30.

Rinderfötus 335 lässt bei Prämolar pr. 3<sup>d</sup> die bukkale Zahnwandfläche in ihrer Zusammensetzung aus zwei Einzelflächen, der die Entwicklung von Zahnwänden zweier Zahnkomponenten (Zahnbecher) zugrunde liegt, nicht mehr so deutlich erkennen (Fig. 29 und 30), indem die einander benachbarten Partien der Einzelwände im Berührungsgebiet einander überschneiden und der bukkale, okzipital gelegene Wandteil der zweiten Komponente der Anlage durch die Ausbildung einer vorderen Randhohlleiste, die an der oralen Becherwand zwar vorne auch wohl ausgebildet, hinten aber in der Entwicklung unterdrückt worden ist, vollständiger und gleichmässiger ausgerüstet erscheint (Fig. 29).

Deutlich sind nunmehr die Wurzeläste nachweisbar. Ein stärkerer Wurzelast aus zwei verschmolzenen Einzelästen bestehender Wurzelast vorn und zwei weniger starke Wurzeläste hinten (Fig. 30).

*cc) Der Prämolar pr. 4<sup>d</sup>*

Der im Oberkiefer ausgebildete Prämolar pr. 4<sup>d</sup> der Milchdentition gehört ebenfalls dem zweikelchigen Typus an. Zwei Kelche treten mit ihren Seitenteilen zu-

sammen und bilden eine aus zwei gleichartigen Komponenten bestehende Zahnformation, die grosse Ähnlichkeit mit der besprochenen des Prämolars pr. 3<sup>d</sup> am Oberkiefer besitzt.

*Der Prämolare pr. 4<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 327, ♀, Kopfsteisslänge 39,0 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 31 und 32.

Der Fötus des Rindes Nr. 327 zeigt den Prämolare pr. 4<sup>d</sup> des Oberkiefers in der Ausbildungsphase einer doppelten Becherentwicklung (Fig. 31). Bei Betrachtung der bukkalen Fläche der Zahnanlage sieht man die Hartteile, die an der vordern Komponente eine etwas stärkere Ausbildung erfahren haben als an der hintern Komponente, im Gebiet, wo sie zusammenstossen und eine einheitliche Anlage aufbauen, noch getrennt und nur von einem Saum weichen Bindegewebes zusammengehalten (Fig. 32). Es bedarf sorgfältigster Präparation, um bei der Herausnahme der Anlage aus den knöchernen Beständen des Kiefers die beiden Anteile im Zusammenhang zu belassen und zu erhalten.<sup>1</sup>

An den beiden bukkalen Wandflächen des Zahnes sieht man bereits in Form flacher Aufwölbungen die Anlage für die Haupthohlleisten an den Becherwänden auftreten (Fig. 31). Sie nehmen auf diesem Stadium den grössten Teil der Wandfläche in Anspruch, zumal die seitlichen Leisten an ihnen zur Zeit noch kaum angedeutet sind.

*Der Prämolare pr. 4<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 344, ♂, 89,2 cm Kopfsteisslänge.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 46—52.

Prämolare pr. 4<sup>d</sup> des Rindes 344 fügt sich ohne Schwierigkeiten in die Reihe der besprochenen Stadien der Zahnentwicklung ein. Das Längenwachstum der einzelnen Zahnkelche, ihre starke Wandverdickung und die basale Ausrüstung mit einem Zementbelag sowie das weitere Wachstum der Verfestigungssäule und die Verbreiterung und Vertiefung der Kundengruben sind augenfällige Erscheinungen.

Im Innern des Zahnes treten die Kelchwülste deutlich in Erscheinung (Fig. 52), zwischen ihnen noch Aussackungen, die im Bereich der verlöteten, die Becher verbindenden Grenzwallpartien im Zusammenhang mit säulenformierenden Verstärkungen in disto-proximaler Richtung aufgetreten sind.

Bei Betrachtung der Wurzelfläche (Fig. 50) findet man im Zentrum des Wurzelbodens Hartsubstanz. Die Ausscheidung einer solchen führt auch zu einer nennenswerten Bodenverdickung am Zahnkörper (Fig. 51). Vom Hartsubstanzabsatz verschont bleiben im Umkreis 4 Stellen, die den Ansätzen von Wurzelästen entsprechen (Fig. 50). Die beiden vorn und hinten auf der lingualen Seite gelegenen Ansatzstellen der Wurzeläste stehen dicht nebeneinander, wogegen die auf der bukkalen Hälfte gelegenen deutlich voneinander abstehen.

*Der Prämolare pr. 4<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 315, ♀, Kopfsteisslänge 50,0 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 33—38.

Rinderfötus Nr. 315 zeigt die Zahnanlage auf einer fortgeschrittenen Stufe der Entwicklung. Die Grössenunterschiede in den Einzelkomponenten der Anlage treten nicht mehr so deutlich auf wie im vorigen Fall. Der hintere Becher zeigt zum vordern Becher auf alle Fälle weitgehende Ähnlichkeit.

Bei Betrachtung der Anlage von der bukkalen Seite (Fig. 33) tritt die die beiden Becher verbindende Weichteilnaht immer noch deutlich in Erscheinung. In der Ansicht der Anlage von der lingualen Seite tritt sie auch in dem von den beiden konvex nach der Medianen gebogenen, gegeneinander abfallenden Becherwänden gebildeten und umsäumten Nischeneinschnitt in Er-

Zusolge der notwendigen, starken Reduktion der den Zahn in doppelter Grösse wiedergebenden Originalzeichnung hat leider die Deutlichkeit dieser Trennungsspalte stark eingebüsst.

scheinung (Fig. 34). Die vordere, bukkale Becherwand des ersten Bechers steht, wie Fig. 35 zeigt, mit der hinteren bukkalen Becherwand durch hartes Gewebe in fester Verbindung. Beim hinteren, okzipitalwärts gelegenen Becher ist jedoch dieser Zustand noch nicht erreicht (Fig. 36). Die in der Längsflucht distal weniger tief herabreichende, der bukkalen Flachwand des hintern Bechers genäherte Lingualwand wird in ihren Randteilen noch von Weichgewebe umsäumt, das für den basalen Zusammenhalt der bukkalen und lingualen, inzwischen hart gewordenen Wandteile des Zahnbechers sorgt.

Eine nähere Betrachtung der zukünftigen Kaufläche (Fig. 37) gewährt wiederum einen Einblick in die beiden Vertiefungen der Zahnbecher, die durch die Entwicklung der Wandhohlleisten eine immer stärkere Einengung erfahren.

Die Wurzelfläche ist mit einem Überzug von Weichgewebe bedeckt (Fig. 38).

*Der Prämolare pr. 4<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 332, ♀, Kopfsteisslänge 64,2 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 39—45.

Rinderfötus 332 zeigt den Prämolare pr. 4<sup>d</sup> am Oberkiefer in Form einer Hartanlage, die in der Entwicklung das eben besprochene Stadium überholt.

Neben den stark ausgeprägten Hauptleisten an den bukkalen Becherwänden (Fig. 39) treten deutlicher die Seitenleisten in Form von Hohlleisten auf, wobei in der Gegend der frühern Verbindungsnaht unter Unterdrückung der dem vordern Zahnbecher angehörenden hintern Nebenleiste, die zwar noch nachweisbar ist, aber nicht mehr zur vollen Entfaltung gelangt, die vordere Seitenleiste an der Wand des hintern Bechers auftritt. Betrachtet man die bukkale Wandung der Zahnanlage als Ganzes, so erhält man den Eindruck, die Wand des hintern Bechers wäre auf die Wand des vordern Bechers in der Gegend der Berührungsgrenze hinaufgeschoben worden.

Die Betrachtung der lingualen Zahnseite (Fig. 40) zeigt eine kleine Schmalsäule in Form eines Bestandteiles des Zahnkörpers, der in die von beiden gebogenen lingualen Becherwänden umstellte Nische eingelagert ist. Die zunächst nur in ihren Randteilen von Hartschubstanz umschlossene Stützsäule gewährt dem Zahn an einer Stelle, wo anfänglich durch unvollkommene Verlötung der Randteile die beiden Zahnbecher wenig fest verbunden sind, Festigkeit. Wir werden später noch sehen, dass diesen Hartsäulen an doppel- und dreibecherigen Zähnen im Ober- und Unterkiefer des Rindes noch insofern eine weitere wichtige physiologische Rolle zufällt, als sie dem tieferen Einschneiden der Quertäler innerhalb der Zahnleiste im Gebiss Halt zu gebieten haben.

Die vorderen und hinteren Seitenleisten an der bukkalen Becherwand treten noch in der Anlage auf den Abbildungen Fig. 41, 42, 43, 44 und 45 auf.

Fig. 45, die den wurzelfreien Zahn bildlich wiedergibt und einen Einblick in den innern Zahnaufbau verschafft, zeigt die beiden in das Innere des zusammengesetzten Zahnes sich hineinprojizierenden Wülste, die durch die starke Ausweitung der zwischen ihnen und den Hartteilen der Becherwandungen gelegenen Räume (bukkale Wandfalten der Becherwandungen, Ausbuchtung der lingualen Becherwände) bandartig zusammengedrückt und in sich selber eingebogen werden (Hufeisenformen der eingestülpten Zahnflächen in der Aufsicht; hufeisenförmige Umrandungen und Abgrenzungen der Kundengruben an der Kaufläche des Zahnes).

*Der Prämolare pr. 4<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rinderfötus 335, ♂, Kopfsteisslänge 91,0 cm.*

Hierher die Abb. auf Taf. A, Fig. 53 und 54.

Rind Nr. 345 zeigt den Prämolare pr. 4<sup>d</sup> in ähnlicher Entwicklung (Fig. 53 und 54) wie Rind Nr. 344. Deutlich erscheinen die Ansätze für Wurzeläste, wobei auf der bukkalen Seite sich zwei voneinander getrennte und auf beide Komponenten des Zahnes verteilte Wurzeln zeigen, auf der lingualen Seite ebenfalls zwei einander aber stark genäherte Wurzeläste (Fig. 54).

## b) Die Molaren

### *Der Molar mo.1*

*Der Molar mo.1 am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 322, ♂, 63,0 cm Kopfsteisslänge.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 55 und 56.

Bei Rinderfötus 322 ist die Molar mo.1-Anlage im Oberkiefer bei etwelcher Vorsicht (Gefrierenlassen des betreffenden Kieferstückes, vorausgehende Anhärtung) präparatorisch bereits darstellbar. Sie präsentiert sich bei einer Betrachtung der bukkalen Teile bereits in Form zweier von vorn nach hinten einander anliegender, jedoch nur an der Basis miteinander enger verbundener, im übrigen getrennter flacher Zahnkelche, deren Wände leicht aufgeworfene Neben- und etwas stärkere Hauptleisten zeigen (Fig. 55). Die linguale Wände der beiden Zahnbecher (Fig. 56) sind erheblich niedriger als die bukkalen, ziemlich flach und mit stumpfen, breiten Distalkanten versehen. Die im Beginn der Verhärtung stehenden Teile («Hartteile») sitzen den Weichteilen auf, deren oberflächliches Bildungsprodukt sie, abgesehen von der Schmelzsubstanz, die von den sie überdeckenden Weichmassen abgeschieden wird, sind. Zwischen den bukkalen und linguale Becherwänden entwickeln sich die Anlagen der Kundengruben.

*Der Molar mo.1 am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 332, ♀, Kopfsteisslänge 64,2 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 57, 58 und 59.

Dieses Stadium ist gegenüber der eben besprochenen Zahnanlageentwicklung bei Rind 322 in der Differenzierung weiter fortgeschritten (Fig. 57, 58 und 59). Die bukkale Becherwand der spätern Komponente 1 des zweikomponentigen Zahnes befindet sich dagegen immer noch grösstenteils im Weichzustand.

In entsprechender Weise, jedoch in der Entwicklung weniger weit differenziert, verhalten sich die linguale Wände der künftigen Zahnbecher, die bereits ihre Auswölbung nach der Medianen des Schädels hin zeigen (Fig. 58). Becher 1 zeigt ein «Dentinschüppchen», Becher 2 besteht noch vollkommen aus Weichgewebe. Die grubenförmige, mit Schmelzpulpagewebe angefüllte Eintiefung zwischen den bukkalen und linguale Becherwänden gibt die Grundlage für die Kundengrubenausbildung (Fig. 59).

*Der Molar mo.1 am Oberkiefer des Rinderfötus Nr. 335, ♀, Kopfsteisslänge 91,0 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 60 und 61.

Bei Rind 335 erscheinen die beiden Becherwände der Molar mo.1-Anlage vergrössert (Fig. 60 und 61). Sie sind zu harten Dentinwänden geworden. Die bukkale Becherwand der Komponente 1 zeigt einen deutlichen Hauptkamm. Die Seitenteile der bukkalen Becherwände sind aufgeworfen und relativ schmal (Fig. 60). Die beiden linguale Becherwände stark gebogen (Fig. 61). Sie sitzen, wie die Hartanlagen, auf der bukkalen Seite als sog. «Dentinschüppchen» den sie in ihrem Dentinbestandteil bildenden Weichteilen auf.

Bei Betrachtung der linguale Seite des Zahnes bemerkt man wiederum die Ungleichheit in der Grössenentwicklung der bukkal und lingual gestellten Becherwand, indem erstere (die bukkale Wand) mit ihren Haupthohlleisten distal wesentlich tiefer herabreicht wie letztere (die linguale Wand), an der sich ebenfalls, wenn auch nicht so augenfällig wie auf der bukkalen Seite, eine Ausbuchtung geltend macht. Die Becher sind in ihren Wandteilen distal breit, proximal schmaler und in bukko-lingualer Richtung stark zusammengedrückt.

## 2. Die Milchzähne des Unterkiefers

### a) Die Prämolaren

#### aa) Der Prämolare $\overline{\text{pr.}}2^d$

Der Prämolare  $\overline{\text{pr.}}2^d$  im Unterkiefer stellt einen einfachen nicht zusammengesetzten und nicht in Form eines Zahnbechers abgesetzten Zahntyp dar. Der Zahn ist meisselförmig und besitzt keine typische Kundengrube, wenigstens nicht im ausgewachsenen und verkalkten Zustand.

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr.}}2^d$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 327, ♀, Kopfsteisslänge 39,0 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 62 und 63.

Rinderfötus 327 zeigt den Zahn als doppelseitig flachwandiges Hartgebilde mit scharfer Kante in der Kauflächengegend (Fig. 62 und 63). Die linguale Seitenwand zeigt einen schief nach hinten von der Hauptwand abgehenden senkrecht gestellten Nebenkamm, durch welchen eine hintere Partie von der vorderen Region des Zahnes abgegrenzt wird. (Fig. 63).

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr.}}2^d$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 332, ♀, Kopfsteisslänge 64,2 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 64 und 65.

Rinderfötus 332 zeigt einen ähnlich gestalteten vordern Backenzahn (Fig. 64 u. 65). Der auf der lingualen Fläche im vorigen Fall auftretende Kamm ist freilich nur wenig hervortretend (Fig. 65).

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr.}}2^d$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 310, ♀, Kopfsteisslänge 72,0 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 66.

Rinderfötus 310 zeigt, wiewohl älter, den Prämolare  $\overline{\text{pr.}}2^d$  des Unterkiefers noch auf früherer Stufe der Entwicklung (Fig. 66). Der Zahn ist beidseitig ziemlich glatt, zeigt auf den Seitenflächen nur geringe Unebenheiten und in der Gegend der zukünftigen Kaufläche scharfe Kantenbildung. Der Zahn verfügt auf diesem Stadium noch über keine gesonderten Wurzeläste.

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr.}}2^d$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 344, ♀, Kopfsteisslänge 89,2 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 67—72.

Rinderfötus Nr. 344 weist den Prämolare  $\overline{\text{pr.}}2^d$  in der Differenzierung in weiter ausgebildeter Entwicklungsform auf (Fig. 67—72). Der Zahn ist vor allem, wie eine Abbildung des Zahnes mit Sicht auf die Vorder- und Hinterfläche zeigt, im Breitendurchmesser umfangreicher geworden (Fig. 69 u. 70). Die äussern, vorn und hinten von der Medianen liegenden Wandteile fallen vom Kaukamm nunmehr schief nach der proximalen Basis des Zahnes hin ab (Fig. 69 u. 70). Der in der Gegend der zukünftigen Kaufläche ausgebildete, die beiden Seitenflächen verbindende Zahnrand ist gegen die Vorderseite des Zahnes hin schmal, gegen die Hinterseite hin dagegen verbreitert und gerade an dieser verbreiterten Stelle (Fig. 70) zeigen sich nun Ansätze von Einstülpungen. Dabei handelt es sich um recht unansehnliche, kleine, grubenartige Vertiefungen (Fig. 71). Ausserdem tritt eine schmale Furche auf, die mit dem Zahnrand parallel verläuft.

Das Innere des Zahnes (Fig. 72) ist ein in sich eingestülpter von Pulpa erfüllter, einfacher Raum und entspricht somit dem Verhalten der Kaufläche, die mit Ausnahme seichter Einstülpungen am hinteren Teile des Zahnes keine grösseren Wulstbildungen nach dem Innenraum hineinprojiziert.

### bb) Der Prämolare $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$

Der Milchprämolare  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  des Unterkiefers zeigt ein ähnliches Verhalten in bezug auf die Zahngestalt wie der eben besprochene Prämolare  $\overline{\text{pr.2}}^{\text{d}}$ . Er ist kein Becherzahn. Er ist nur von einer, nicht von zwei oder mehreren Komponenten aufgebaut. Er ist ein einfach konstruierter Zahn.

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 315, ♀, Kopfsteisslänge 50,0 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 73—78.

Am Prämolare  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  des Unterkiefers bei Rind 315 ist das relativ bedeutende Längenmass der oral-okzipital gerichteten Zahnachse bemerkbar (Fig. 73, 74, 76 und 77). Die beiden Seitenflächen (bukkale und linguale) und die hintere Fläche des Zahnkörpers umgrenzen ein Dreieck, mit dem als Fortsetzung die schmale Vorderfläche des Zahnes in Verbindung steht (Fig. 77). Eine schmale, nach hinten sich verbreiternde Kante bildet die Kaufläche. Oder richtiger: An Stelle der Kaufläche ist ein scharfer Grat ausgebildet (Fig. 75 und 76), der von vorn nach hinten verläuft und der Verbreiterung des Zahnes folgend später mehr in querer Richtung die Zahnfläche durchzieht. Im hintern Teil des Zahnes können wiederum mehrere Einsackungen wahrgenommen werden, die sich in entsprechenden Wülsten bei der Freilegung des Zahninnern zu erkennen geben (Fig. 78).<sup>1</sup> Bei Betrachtung der bukkalen Aussenwand des Zahnes (Fig. 73) wird man wohl noch an die beiden Prämolaren  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  und  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  am Oberkiefer auftretenden Haupt- und Nebendendriten an den Zahnbecherwänden erinnert, wiewohl hier weniger scharf abgegrenzte und mehr ineinander übergehende Ausbuchtungen vorhanden sind. Die linguale Wand des Zahnes weist zahlreiche Unebenheiten auf, die in vertikal verlaufenden Ausbuchtungen bzw. Wandfaltenwürfen sichtbaren Ausdruck finden (Fig. 74).

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 332, ♀, Kopfsteisslänge 64,2 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 79—83 b.

Bei Rinderfötus 332 verhält sich der Prämolare  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  ähnlich (Fig. 79—83 b). Der Zahn ist zwar höher und massiger geworden (Fig. 79 und 80), zeigt aber immer noch den einfachen Bau, dem keine Zusammensetzung aus Einzelteilen zugrunde liegt. Die bukkale Seitenwand ist mehr oder weniger glatt (Fig. 79). Die linguale Seitenwand zeigt nach der distalen Zahnkante hin eine Reihe von Unebenheiten in Form von Einkerbungen, die die Zahnfläche leicht gefaltet erscheinen lassen (Fig. 80). Im hintern Zahnteil treten wiederum eine Anzahl grubenartiger Vertiefungen auf (Fig. 81), die in entsprechenden Vorsprüngen auch im Innern des Zahnes anzutreffen sind (Fig. 83 a).

Der Wurzelboden verdickt sich und vermehrt seine Hartschicht (Fig. 83 b).

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 362, ♀, Kopfsteisslänge 72,5 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 84.

Rinderfötus 362 verfügt über einen ähnlich gebauten Prämolare  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$ , wie Rind 332. Was nunmehr den Fortschritt der Entwicklung anzeigt, ist die Ausbildung von zwei allerdings noch kurzen Wurzelästen, einem vorderen und einem hinteren Wurzelast.

<sup>1</sup> Es ist auffällig, wie von hinten nach vorn das Wesen der Komplexität der Molarröhne auf die Prämolaren im Milchgebiss übergreift. Ein Beispiel bietet der Prämolare  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  im Unterkiefer, der im hinteren Teil bereits Ansätze zur Kundenanlagenbildung zeigt, im vorderen Teil aber noch einfach gebaut ist. Dieser entwicklungsgeschichtliche Befund würde sich mit den Untersuchungsergebnissen KOWALEVSKYS (1876) decken: «Je ältere Formen wir untersuchen, um so einfacher sind die Prämolaren, um so schroffer wird der Gegensatz zwischen ihnen und den echten Molaren. Darum ist es durchaus unzulässig, die Prämolaren als reduzierte Molaren zu betrachten. Die verwickelte Gestalt der Prämolaren bei den meisten jüngeren Unpaarhufern und bei einigen Paarhufern ist eine ganz nachträgliche Anpassungserscheinung an eine veränderte Nahrung».

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 344, ♀, Kopfsteisslänge 89,2 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 85—90.

Bei Rinderfötus 344 hat namentlich das Wurzelwachstum Fortschritte gemacht. In der Entwicklung ist die hintere Wurzel gegenüber der vordern bezüglich ihrer Länge im Vorsprung (Fig. 85, 86 und 88). Im übrigen bleibt der einheitliche Charakter des Zahnes gewahrt. Die drei Figuren 87, 88 und 89 veranschaulichen die Unterschiede, die in der Vorder- und Hinterflächenbildung des Zahnes bestehen. Die nach vorn gerichtete Fläche ist gegenüber der nach hinten gerichteten schmaler. Fig. 87, die den Zahn mit zwei vorn und hinten angebrachten, teilweise aber schon durch die Gegenwart von Wurzelöffnungen bereits vorhandenen Fenstern wiedergibt, veranschaulicht die Verdickung des zwischen beiden Wurzelästen gelegenen Zahngrundes. An der Wurzelfläche des Zahnes (Fig. 90) zeigen sich zwei mit Pulpagewebe erfüllte, bei der Präparation des Zahnes freigemachte Öffnungen zum Ansatz eines vorderen und hinteren Wurzelastes.

*cc) Der Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$*

Aus der auf dem Wege der Anwendung der Röntgentechnik ermittelten Entwicklungsgeschichte des Zahnes geht hervor, dass der vierte Prämolare des Unterkiefers,  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$ , einen zusammengesetzten Zahn darstellt und sich aus nicht weniger als drei Komponenten, die allerdings, wie die histogenetische Untersuchung ergeben hat und im folgenden noch zeigen wird, aus einer einheitlichen Grundlage heraus sich entwickeln, aufbaut. Die makroskopisch-morphologische Untersuchung einzelner Entwicklungsstadien des Zahnes zeigt, dass dieser Befund tatsächlich zu Recht besteht und tatsächlich drei becherartige Komponenten, die nachher in ihren Hartteilen zu einem einheitlichen Ganzen auch in den Randteilen verschmelzen, am Aufbau des Zahnes beteiligt sind.

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 327, ♀, Kopfsteisslänge 39,0 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 91 und 92.

Rinderfötus 327 zeigt den vierten Prämolaren in seinem morphologischen Verhalten noch auf der Stufe der Entwicklung, auf welcher obige Feststellung durch den Befund der Verhältnisse bestätigt wird.

In sehr deutlicher Ausbildung treten in reihenförmiger Anordnung drei einfache Zahnbecher (Fig. 91) auf, deren Innenwände nach oben hin eine Öffnung, nach der Basis hin eine Verjüngung zeigen. Der am stärksten entwickelte Becher ist der mittelständige, an den sich der okzipitalwärts gelegene hintere Kelch, dann der oralwärts gerichtete vordere anreihet. Die Entwicklung der Ausmasse der einzelnen Teilanlagen steht im Zusammenhang mit der Sukzessionsfolge der einzelnen Zahnkomponenten. An der Basis der Anlage, in den Weichteilen zusammenhängend, werden die einander benachbarten Seitenteile der Zahnanlage ebenfalls noch durch Weichgewebe zusammengehalten, so dass auch hier das sorgfältigste Vorgehen bei der Präparation und bei der Herausnahme des Zahnes aus dem knöchernen Unterkieferskelett die Voraussetzung ist zur Erhaltung eines intakten geweblichen Gesamtbestandes, was nur durch einen vorher eingeleiteten Gefrierprozess am Kiefer möglich wird, der erlaubt, in gefrorenem Zustand den Zahn zu exstirpieren und nachträglich unversehrt zu härten.

Die linguale Becherwände reichen distal höher hinauf als die bukkalen, die denn auch, im Gegensatz zu den in ähnlicher Weise zusammengesetzten, jedoch zweibecherigen Zähnen des Oberkiefers in umgekehrtem Sinn eine nach aussen gerichtete konvexe Wandbiegung zeigen. Bei Betrachtung der einzelnen Becherwände zeigt sich, dass die Verbreiterung der Zahnkelchspalten bereits im Gange ist und die Differenzierung der Haupthohlleisten an den Kelchwänden eingesetzt hat.

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 315, ♀, Kopfsteisslänge 50,0 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 93—98.

Ein weiteres Entwicklungsstadium nach dieser Richtung bringt in bezug auf die Ausbildung des Molars  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$  der Unterkiefer des Rindes Nr. 315. Der Zahn illustriert den mittlerweile deutlicher gewordenen Zusammenschluss der einzelnen Becher in den Hartteilen, dessen bukkale Wände in ihren distalen Seitenteilen, wie Fig. 93 und 93' zeigt, noch nicht miteinander verbunden sind. Die linguale Wand der Zahnanlage hat sich dagegen rasch in eine einheitliche Hartfläche umgestaltet (Fig. 94). Wir sehen ferner die zwischen dem ersten und zweiten und zweiten und dritten Becher auftretenden Stützsäulchen diesmal, den umgekehrten Verhältnissen bezüglich Lage der beiden verschiedenen gestalteten seitlichen Wandungen der Becher am Ober- und Unterkiefer entsprechend, auf der bukkalen Aussenseite des Zahnes auftreten, und nicht, wie an den zusammengesetzten Zähnen des Oberkiefers auf der lingualen Seite, weil diesmal die schwachen Verbindungen in den Seitenteilen des Zahnes auf der bukkalen Seite gelegen sind. Die zwischen Kelch 1 und 2 und zwischen Kelch 2 und 3 auftretenden Hartsäulchen reichen bis ungefähr in die Mitte der Höhe der bukkalen Becherwände (Fig. 93) hinauf.

Die Ausbildung der Kelchwandhohlleisten macht derartige Fortschritte, dass die Becherhöhlen in der Tiefe, als schmale Zahnspalten (Fig. 95 und 96) und die Einstülpungen gegen das Zahninnere in bukko-lingualer Richtung platt zusammengedrückt erscheinen. Sie erscheinen hufeisenartig abgebogen und zufolge der ungleichmässigen Ausweitungen der bukkalen und lingualen Zahnwand — und der zwischen ihnen gelegenen Weichteile, die auf der lingualen Hälfte jetzt einen ausgesprochenen Charakter annehmen (stärkere Ausbildung von Hohlleisten) als auf der bukkalen Hälfte des Zahnes — in ihren Lumina, gegenüber den Kunden gruben der Zähne am Oberkiefer, gegensätzlich gebuchtet (Stellung der «Halbmonde» auf der Kaufläche des Zahnes mit Rücksicht auf Bukkal- und Lingualseite diesmal umgekehrt: Einbiegungswulst nach der bukkalen Seite im Unterkiefer). Die Ausbuchtung der inneren Zahnwand aber und damit die Krümmung des Einstülpungswulstes im Innern des Zahnes geht immer von der «flachen Becherseitenwand» aus, möge dieselbe am Kiefer eine bukkale oder eine linguale Lage haben. Wurzelbildungen treten an der Anlage noch keine auf. Eine von Weichteilen begrenzte Grundfläche bildet den Abschluss des Zahnbodens nach der Innenwand der Alveole hin (Fig. 97).

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 332, ♀, Kopfsteisslänge 64,2 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 99—104.

In die Reihe der progressiven Zahnentwicklung fügt sich ungezwungen Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$  des Rindes 332 ein. Die Einzelformationen der Zahnkelche verlieren noch mehr ihren selbständigen Charakter und gehen in einer in sich geschlossenen, einheitlichen Zahnanlage auf (Fig. 99 und 100). Nicht nur bilden auf der lingualen Zahnseite die früheren Becherwände eine solide einheitliche Wand (Fig. 100), deren Zusammensetzung aus Einzelkomponenten nur noch an den stark hervortretenden Wandleisten und an deren distal vorgeschobenen Endpunkten erkennbar ist, sowie an den drei deutlichen Kundengruben (Fig. 100, 101 und 103), die lingual den oberen Zahnrand überragen, auch die bukkale Wand zeigt ihre Verfestigungen, namentlich auch durch das Auswachsen der zwischen den ehemaligen Zahnbechern gelegenen Hartsäulchen (Fig. 99). In ähnlicher Weise wie im vorigen Fall (Fig. 96) präsentiert sich das Bild von der innern baulichen Beschaffenheit des Zahnes, soweit die Hartteile in Frage kommen (Fig. 102).

Am Wurzelboden grenzen sich die Ansatzstellen für die Bildung der Wurzeläste ab (Fig. 104), die im Bereich der Basis des ersten und letzten Zahnbeckers in Bildung begriffen sind, während sich im basalen Bereich des zweiten, mittleren Beckers ein starker Zementbelag

ausbreitet, sodass der Wurzelboden an dieser Stelle auch nach dem Zahninnern zu eine wesentliche Verdickung erhält.

*Der Prämolār  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 344, ♀, Kopfsteisslänge 89,2 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 105—109.

Das vorliegende Entwicklungsstadium des Prämolārs  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rindes 344 erweckt den Eindruck einer noch weiter fortgeschrittenen Vereinheitlichung der Zahnanlage in ihrem Aufbau durch das weitere Fortschreiten der zwischen den einzelnen Teilanlagen (Einzelbechern) vor sich gehenden Verbindungsprozesse (Fig. 105, 106, 107, 108 und 109). Starke Ausscheidung von Zementsubstanz führt zur Ausgestaltung einer besonders soliden Zahnbasis.

*Der Prämolār  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 335, ♂, Kopfsteisslänge 91,0 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 110 und 111.

Rinderfötus 335 lehrt, dass mitunter auch drei Wurzeläste am Prämolār  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  des Unterkiefers zur Ausbildung gelangen (Fig. 110 und 111), indem von jedem Zahnbecher aus ursprünglich gesonderte Wurzeläste abgehen, die am vordersten und hintersten Zahnbecher zu je einem einheitlichen «Doppelast» zusammentreten, während von den primären Wurzelästen des mittleren Zahnbeckers nur der auf der bukkalen Seite gelegene zur eigentlichen Ausbildung gelangt, wogegen der auf der lingualen Seite gelegene Ast gewöhnlich nicht ausgebildet wird, oder nur in Form eines kleinen rudimentären Stumpfes erscheint.

## b) Die Molaren

### *Der Molar $\overline{\text{mo.1}}$*

*Der Molar  $\overline{\text{mo.1}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 332, ♀, Kopfsteisslänge 64,2 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 112 und 113.

In deutlicher Weise zeigt der Unterkiefer des Rindes Nr. 332, dass auch die Molar- $\overline{\text{mo.1}}$ -Anlage eine zweikomponentige Anlage repräsentiert. Durch ein gemeinsames Lager von Bindegewebe zusammengehalten, liegen zwei Hartbecher nebeneinander (Fig. 112), von denen der mehr nach vorn gelegene Becher (Becher betr. Zahnkomponente 1) grössere Dimensionen zeigt wie der nach hinten gelegene Zahnbecher (Becher bzw. Zahnkomponente 2). Die nach der Bukkalseite<sup>1</sup> gekrümmte Becherwand wird von der mehr oder weniger flachen lingualen Becherwandung (Fig. 113) um ein Bedeutendes überragt. Die beiden nebeneinander liegenden Zahnkelche laufen, wie beide Abbildungen zeigen, in proximaler Richtung schmal aus, während am distalen Ende eine deutliche Becherverbreiterung wahrzunehmen ist. Dementsprechend stellen die beiden Becheröffnungen im Bereich der Kaufläche schlitzförmige Spalten dar. Die durch Einstülpung des innern Schmelzepithels der einstigen Zahnglocken von der zukünftigen Kaufläche des Zahnes aus und entsprechende Einbuchtungen des Papillarkörpers gebildeten Kundengruben werden durch Ausbuchtungen der eingestülpten Becherwände und zufolge der innerhalb der Becher vor sich gehenden Gewebewucherungen mehr und mehr eingengt. Die seitlichen Nebenleisten der lingualen Becherwände sind schmal und nach innen, nach der Kieferwand, zugekehrt.

<sup>1</sup> BECKERT (1933) hat nachgewiesen, dass die hintere Zahnhälfte des Backenzahnes beim Rind etwas später angelegt wird als die vordere Hälfte, wodurch ihr genuines Distalende stets etwas dem der vordern Zahnhälfte an Höhe nachsteht. Es ist dies ein Befund, der durch unsere Untersuchungen am embryologischen Material durchaus bestätigt wird.

*Der Molar  $\overline{\text{mo.1}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 362, ♀, Kopfsteisslänge 72,5 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 114 und 115.

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigt die in der Entwicklung weiter fortgeschrittene Anlage des Molar  $\overline{\text{mo.1}}$  vom Rind 362 (Fig. 114 und 115). Die Abbildungen beziehen sich indessen auf einen rechten Unterkiefer, wodurch der Unterschied in bezug auf die Grössenverhältnisse zwischen links und rechts stehendem Becher gegenüber dem vorigen Stadium (der rechtsstehende Becher in Fig. 114 ist nunmehr der vordere, oral gelegene) erklärlich wird.

*Der Molar  $\overline{\text{mo.1}}$  am Unterkiefer des Rinderfötus Nr. 335, ♂, Kopfsteisslänge 91,0 cm.*

Hierzu die Abb. auf Taf. A, Fig. 116 und 117.

Den nämlichen, nur noch ausgeprägteren Fortschritt zeigt die Molar  $\overline{\text{mo.1}}$ -Anlage am Unterkiefer des Rindes 335. Die Wandungen der Becher sind stärker geworden (Fig. 116 und 117). Der Unterschied im Längenausmass zwischen der bukkalen und lingualen Becherwand ist nunmehr ausgeglichener. Die seitlichen Wandteile, die den ersten Becher mit dem zweiten verbinden, treten näher zusammen, wiewohl beide Anlagen immer noch leicht voneinander zufolge der noch nicht eingetretenen Verhärtung der seitlichen Weichteile der Zahnbecher zu trennen sind.

Am Schlusse dieses Abschnittes sei noch die Aufmerksamkeit auf eine Anzahl von Kieferpräparationen gelenkt, die in der Reproduktion auf Tiefdrucktafel VIII dieser Abhandlung wiedergegeben worden sind und deren Legende in den erläuternden Tafelerklärungen zu finden ist. Die betreffenden Kieferstücke sind einem sorgfältigen Gefrier- und anschliessenden Präparierprozess unterstellt worden und zeigen die einzelnen Zahnanlagen in ihrem natürlichen Situs, teilweise oder ganz abgedeckt von den sie umgebenden Weichanlagen, auf den verschiedenen Etappen ihrer intrauterinen Entwicklung.

Ausserdem finden sich Abbildungen von ähnlichen präparierten Kieferstücken mit Zahnanlagen auf Tafel A in den Figuren 18—21 vor.

## II. Die extrauterinen Stadien der Zahnentwicklung

### 1. Die Milchzähne des Oberkiefers

#### a) Die Prämolaren

##### aa) Der Prämolar $\underline{\text{pr.2}}^{\text{d}}$

*Der Prämolar  $\underline{\text{pr.2}}^{\text{d}}$  am Oberkiefer des Rindes Nr. 410, ♂, sicher 9 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 1 und 2.

Betrachtet man einen abgenützten Milchvorderbackzahn eines älteren Rindes in seinem Aufbau, so ergibt sich, dass der Zahn in Übereinstimmung mit früheren Befunden, die den Nachweis für die Entwicklung seiner unaufgeteilten, in den Weichteilen nicht auflappenden und in den einzelnen Hartteilen erst sekundär wieder sich zusammenschliessenden Anlage, leisten, tatsächlich uniformen Charakter trägt. Entscheidend für die Beurteilung ist vor allem das Verhalten der Kaufläche (Fig. 2), an welcher die frühere Grubenspalte in Form eines nach der lingualen Seite hin ausgebogenen, von Schmelzfaltenrändern umfassten Querschnittes erscheint, der sich durch seine dunkle Pigmentierung deutlich von den übrigen Teilen der Kaufläche abhebt.

*bb) Der Prämolare pr. 3<sup>d</sup>*

*Der Prämolare pr. 3<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rindes Nr. 410, ♂, sicher 9 Monate alt*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 3 und 4.

Prämolare pr. 3<sup>d</sup> des Oberkiefers zeigt ein gegensätzliches Verhalten zum Prämolare pr. 2<sup>d</sup>. An ihm kann die Zweikelchigkeit des Zahnes, welche in ihrem Zustandekommen die intrauterinen Entwicklungsstadien illustrieren, bei näherem Hinzusehen ohne Schwierigkeiten dargetan werden.

Die Betrachtung des Zahnes von der bukkalen Seite (Fig. 3) zeigt, dass die beiden Hauptleisten der flachen backenseitigen Wandungen der ursprünglichen Zahnkelche mit einem imponierenden Schmelzbelag versehen sind. Der vordere Becher zeigt bukkal noch deutlich die eine Seitenleiste, der hintere Becher noch beide Seitenleisten. Da, wo die beiden Becher in ihren Seitenteilen verbunden und verschmolzen sind, wird die hintere Seitenleiste des vorderen Bechers von der vordern Seitenleiste des hintern Bechers zufolge des in oral-okzipitaler und okzipital-oraler Richtung erfolgenden Zusammendrängungsprozesses der einzelnen Becher bei ihrer Verkalkung überdeckt, wodurch natürlich die Doppelnatur der nebeneinander geschalteten Becherwände verwischt wird.

Die Betrachtung der Kaufläche (Fig. 4) ergibt, dass die beiden Spalten als Eingangsstellen für die Kundengruben der Zahnböcher wohl noch nachweisbar, aber zu engen, schlitzartigen Eintiefungen bis in die unteren Lagen des Zahnkörpers umgewandelt worden sind, wobei die Lumina der beiden Becherhöhlräume durch Ausbuchtungen der bukkalen Zahnwandungen nach dem Innern des Zahnes fortschreitend eine Reduktion erfuhren. Der Rand der bukkalen Aussen- und der lingualen Innenwand (= bukkalen Einstülpungswand der Kundengrube) und der Rand der lingualen Aussen- und bukkalen Innenwand (= lingualen Einstülpungswand der Kundengrube) zeigt zufolge besonders starker Schmelzablagerungen an der Aussen- und Innenkante dieser Wände und der dazwischen eingepressten und bis zur distalen Stelle des Kantenumschlages am Zahnrand weicheren Dentinlage zwischen den Schmelzleisten im Anschluss an die Auswirkung der Zahnabnutzung je eine rillenartige Vertiefung, so dass es beinahe den Eindruck erweckt, als ob eine jede Becherwand für sich wieder einen Hohlbecher bilden würde, was aber nicht der Fall ist und nur aus dem Zusammentreten der Schmelz- und Dentinlagen und der verschiedenartigen Resistenz abbauender Einflüsse gegenüber zu erklären ist.

*cc) Der Prämolare pr. 4<sup>d</sup>*

*Der Prämolare pr. 4<sup>d</sup> am Oberkiefer des Rindes 397, Geschl. —, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 5 - 7; Textfig. 2.

Der Prämolare pr. 4<sup>d</sup> des Oberkiefers zeigt auch späterhin noch deutlich die Züge der Zusammensetzung aus zwei Komponenten.<sup>1</sup> Die zwei ursprünglich während der Zahnbildung in ihren distalen Teilen isoliert auftretenden Komponenten haben freilich mittlerweile ihren selbständigen Charakter völlig verloren. Aus ihrer Verbindung und Verschmelzung ist ein einheitliches Hartgebilde entstanden (Fig. 5, 6 und 7). Die über den freien

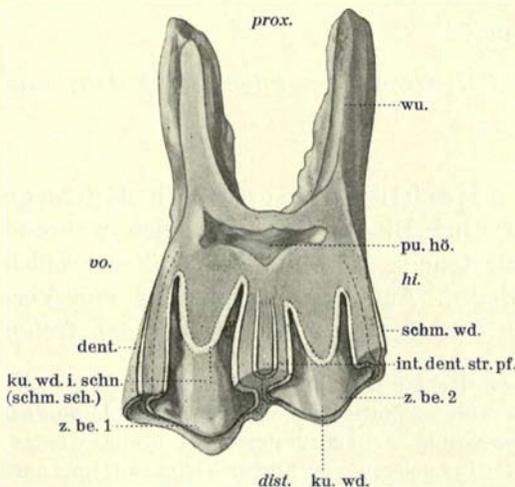
<sup>1</sup> Die Erscheinung der Komplexität der Prämolaren, wie wir ihr im Oberkiefer an Prämolare pr. 4<sup>d</sup> und pr. 3<sup>d</sup>, am Unterkiefer im Prämolare pr. 4<sup>d</sup> begegnen und die bei diesen Zähnen derjenigen der Molaren ähnlich ist, mit denen sie, nach dem Molartypus sich vervollkommend, die volle Zusammensetzung der Struktur teilen, würde mit der Ansicht SCHLOSSERS (1887) übereinstimmen, dass die Prämolaren, von hinten beginnend, im Laufe der geologischen Entwicklung der Huftiere immer komplizierter geworden, unmöglich als reduzierte Molaren zu betrachten seien. «Alle Veränderungen der Molaren begannen beim vordersten Molar M (unserem mo. 1), alle Veränderungen der Prämolaren an Pr. 1» (unserem pr. 4<sup>d</sup>).

Rand der Zahnleiste tretenden Teile des Zahnkörpers sind in unserem Fall freilich dermassen stark durch die Abnützung reduziert worden, dass nur noch die basalen Teile der beiden ursprünglichen Zahnbecher vorhanden sind, die aber im Hinblick auf die Ausbildung der Haupt- und Nebenleisten, nicht mehr viel von diesen Bildungen erkennen lassen (Fig. 5), nur an der Kaufläche die beiden ursprünglichen Becherhöhlräume (Kundengruben) in charakteristischen, schmalen, sichelförmig umrandeten Querschnittsflächen wiedergeben (Fig. 7). Deutlich hebt sich auch, wenn man die Kaufläche betrachtet, die in die Spaltnische zwischen den beiden Bechern auf der lingualen Seite eingeschobene interkalikäre Hartsäule ab und zwar in Form einer kleinen Querschnittfläche.

An dieser Stelle diene zur Ergänzung der morphologischen Betrachtung ein von vorn nach hinten geführter Längsschnitt durch den Zahn vom nämlichen Rind (Textfig. 2). Der Schnitt geht mitten durch die beiden Kundengruben hindurch. Er zeigt also die beiden aneinanderliegenden, durch eine verschmolzene Doppelwand miteinander in engster Verbindung stehenden Zahnbecher, deren Lumina durch den Schnitt freiliegt. In der gemeinsamen Mittelwand verläuft eine von einer Schmelzschicht umgebene, längs der Mittelachse entzweigeschnittene Hartsäule (intradentäre Stützsäule oder intradentärer Strebepfeiler). Da die beiden sichtbaren Längswände der Kundengruben gegen den Kundengrubengrund hin schief abfallen, gelangen sie im Durchschnitt des Zahnes im vorliegenden Fall in ihren unteren Teilen samt Schmelzsubstanzbelag und der darunterliegenden Dentinmasse zum Anschnitt. Die in grau zwischen den beiden Schmelzwandschichten (zwischen der Kundengruben- und der äusseren Becherwandschicht) angegebene Masse repräsentiert das Dentin, das auf diesem Stadium, auf welchem der fertig ausgebildete Zahn durch Abnützung in weitgehender Weise einen Abbau erfuhr, längstens vollkommen verhärtet ist. Die zwischen den beiden der äusseren Becher- und der innern Kundengrubenwand anliegenden Dentinschichten verlaufenden Punktlinien bezeichnen die Lage des mit der Pulpa direkt in Verbindung gewesenen Weichgewebes, in welchem sich auch die beiden Lagen der Odontoblasten vorgefunden haben, welche die den einzelnen Wandungen anliegenden Zahnbeinsubstanzschichten erzeugten. Unterhalb der beiden Becher liegt die angeschnittene, sehr eingeengte ehemalige Pulpahöhle. Ebenso trifft der Schnitt noch teilweise die Hartsubstanzen der Wurzeläste.

**Textfigur 2**

Längsschnitt durch den Prämolare *pr. 4<sup>d</sup>* am linken Oberkiefer des Rindes Nr. 410, ♂, sicher 9 Monate alt. Schnittrichtung von vorn nach hinten. Linguale Schnitthälfte. Schnitt durch die beiden verschmolzenen Zahnbecher und den zwischen den Bechern gelegenen intradentären Strebepfeilern.



dist.	= distal
prox.	= proximal
hi.	= hinten
vo.	= vorn
dent.	= Dentin
int. dent. str. pf.	= interdentärer Strebepfeiler
ku. wd.	= Kundenwand
ku. wd. i. schn. (schm. sch.)	= Kundenwand im Schnitt (Schmelzschicht)
pu. hö.	= Pulpahöhle
schm. wd.	= Schmelzwand
wu.	= Wurzelast
z. be. 1	= Zahnbecher 1
z. be. 2	= Zahnbecher 2

## b) Die Molaren

### aa) Der Molar mo.1

*Der Molar mo.1 am Oberkiefer des Rindes 410, ♂, sicher 9 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 8 bis 10.

Der Molar mo.1 im Oberkiefer des Rindes 410 (Fig. 8, 9 und 10) stellt anschaulich ein Hartgebilde dar, dessen Zahnkörper aus zwei Einzelzahnbechern besteht, die aber miteinander durch ihre seitlichen benachbarten Teile eng verbunden sind.

Bei der Betrachtung des Zahnes von der bukkalen Seite (Fig. 8) erkennt man die mit den Haupt- und Nebenleisten ausgerüsteten Wandteile. In der Mitte der seitlichen Becherwand verläuft, von der Basis des Zahnes nach dem distalen Rand, die dem hintern Becher angehörende vordere Seitenleiste, während die hintere Seitenleiste des vorderen Bechers nicht mehr zu sehen ist. Die beiden Becher, und mit ihnen der ganze Zahn, weisen eine bedeutende Längsachse auf. Zwischen den beiden Bechern auf der lingualen Seite, in der durch die gewölbten lingualen Wände gebildeten Nische, verläuft (Fig. 9) eine schmale Hartsäule, die zwar den distalen Zahnrand nicht erreicht, aber immerhin auf weite Strecke die Nische durchzieht.

Als direkte Fortsetzung der früheren Einzelbecher schliessen sich dem Zahngrund die Wurzeläste an, die auf der lingualen Seite (Fig. 9) zu einem starken einheitlichen Ast zusammentreten, während auf der bukkalen Seite die beiden Wurzeläste einen noch getrennten Verlauf einschlagen (Fig. 8).

Mit aller Deutlichkeit treten bei der Betrachtung der Kaufläche die noch klaffenden Öffnungen der Becherformationen in Erscheinung (Fig. 10), sowie die Haupt- und Nebenleisten an den bukkalen Wänden der Becher und die zwischen den beiden Zahnkelchen lingual gelagerte Stützsäule.

### bb) Der Molar mo.2

*Der Molar mo.2 am Oberkiefer des Rindes Nr. 410, ♂, sicher 9 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 11—14; Textfig. 3, 4.

Ein ähnliches Bild, wie es eben in Molar mo.1 bei Rind 410 vorlag, ergibt sich, jedoch noch ohne Wurzelbildungen, bei einer Betrachtung des Molar mo.2 am Oberkiefer des nämlichen Rindes. Auch hier schmiegen sich beide Becher eng aneinander und überdecken sich in den zusammenstossenden Seitenteilen, so dass auf der bukkalen Seite die doppelte Ausbildung von Seitenleisten an der Verbindungsstelle nicht mehr zu sehen ist (Fig. 11). Der Zahn zeigt deutlich auf der Lingualseite einen kräftigen Stützpfiler (Fig. 12).

Die Becheröffnungen sind klaffend, wiewohl die bukkalen und lingualen Wände in Übereinstimmung mit ihren Oberflächenvergrößerungen auf Kosten der Becherlumina schon reichlich dick geworden sind (Fig. 14; zwischen den Hartwänden liegt das Pulpagewebe, das bei der Präparation entfernt worden ist). Man blickt auf die Randpartien der einem jeden Zahnbecher eigenen Hartwülste, auf die durch Einfaltungen der Kaufläche des Zahnes aus formierten Endteile der Zahngruben (Kunden), die in der Aufsicht halbmondförmig erscheinen und von bukkalen konkaven und lingualen konvexen Rändern umstellt werden.

*Der Molar mo.2 am Oberkiefer des Rindes Nr. 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 15—17.

Rind 442 zeigt den zweiten hintern Backenzahn auf einer bedeutend fortgeschritteneren Stufe der Entwicklung (Fig. 15, 16 und 17), so dass die Verschmelzung der beiden Becher eine innigere und die Einheit des Zahnes eine eindrucksvollere geworden ist. Bemerkenswert sind ausserdem die Ausbildung von Wurzeln, von 2 Wurzelästen auf der bukkalen und einem verschmolzenen Doppelast auf der lingualen Seite, die starken Schmelzbeläge, die als Umrandungen der Kaufläche des Zahnes und bei Ansicht der Mahlfläche des Zahnes als Einfassungen

der beiden Kundengruben in Form imponierender Schmelzkanten in Erscheinung treten. Die starke Ausbildung der Dentinsubstanzmassen zwischen der bukkalen Kauflächen- und der bukkalen Kundengrubenwand und der entsprechenden Wände auf der lingualen Seite und des Zahnbeins in den seitlichen (oralen und okzipitalen) Partien des Backenzahnes führen zu einer charakteristisch eingeschlossenen Umsäumung der Kundengrubenschlitzöffnungen (Fig. 17). Die Überprüfung der Kaufläche zeigt auch den Nischenstützpfiler sowie einen mit einer Schmelzhülle umgebenen, kreisförmig umgrenzten Querschnitt eines intradentären Stützsäulchens, einer durch den Zusammentritt der seitlichen Becherwände bedingten akzessorischen Differenzierung.

Die Zusammensetzung des Zahnes aus zwei durch Kundengrubenbildungen charakterisierte Zahnbecher, die im Verlaufe der Zahnentwicklung durch Verschmelzung der seitlichen Teile eine organische Einheit bilden, der sie übrigens schon von Haus aus, wie wir gesehen haben, durch die genetischen Beziehungen zu einem gemeinsamen Bildungsherd, zur primären Zahnpapille, gehören, vermögen noch besonders instruktiv, selbst durch ältere Zahnbildungen hindurch, von vorn nach hinten geführte Längsschnitte zu illustrieren. Wir führen zu diesem Zweck drei solcher Längsschnitte durch den zweiten Backzahn auf. Die Zähne gehören Tieren verschiedenen Alters an. Textfig. 3, Abb. a gibt den Schnitt durch den Zahn des jüngern, Textfig. 3, Abb. b den Schnitt durch den Zahn des älteren Tieres. Textfig. 3, Abb. c bezieht sich auf die jüngste Zahnanlage.

Der Schnitt durch den Molar mo.2 des Rindes 397 (Textfig. 3, Abb. a) der, wie der Schnitt durch den Molar mo.2 des Rindes 442 (Textfig. 3, Abb. b), durch die beiden den Zahn zusammensetzenden Zahnbecher hindurch geht, bezieht sich auf den jüngeren Zahn. Die beiden Zahnbecher besitzen noch weit tiefere Kunden als es beim Zahn des Rindes 442 der Fall ist, wo der Abschleifungsprozess an der Kaufläche die beiden Becher und den ganzen Zahn beträchtlich in seinem Höhenmass reduziert hat. Man beachte auch am Molar mo.2 des Rindes 397 den noch vorhandenen weissen Streifen von Pulpagewebe (bzw. unverkalktem Dentin) zwischen den nach aussen und innen von den Schmelzwänden der Becher- und Kundengrubenwand eingefassten Schichten verkalkten Dentins, und die beim jüngern Zahn geringere Dicke der Schmelzschichten. Im übrigen zeigen die Molaren mo.2 bei Rind 397 und 442 die nämlichen Strukturverhältnisse. Beide Zähne weisen, wiewohl zweibecherig, je eine gemeinsame Pulpahöhle auf und da, wo die beiden Zahnkomponenten in ihren Seitenteilen zusammestossen, eine starke, von einer Schmelzsäule durchsetzte Verbindungswand. Zufolge der Schiefstellung der Kundenwände an den Kundengruben sind die oberflächlichen aus Zahnschmelz bestehenden Schichten der Kundengrubenauskleidung angeschnitten worden, was im Auftreten der weisslichen Flächen auf dunkelm Grund (Dentin) im Bilde deutlich zum Ausdruck kommt.

#### *Molar mo.2, labio-linguale Längsschnitte*

Wir haben bei Besprechung der morphologischen Verhältnisse an den Molarzähnen immer wieder auf das Vorhandensein der durch epitheliale Einstülpungen des innern Schmelzepithels und Einbuchtungen am Papillarkörper zustandekommenden Kundengruben hingewiesen. Diese grubenartigen Einsenkungen an den zukünftigen Mahlflächen der hintern und zum Teil auch der vordern Backzähne, die den ganzen Zahnanlagen den Charakter kelchartiger Hartbildungen verleihen, weisen im Verhältnis zur Gesamtzahngrösse eine recht beträchtliche Tiefe auf. Diese kommt an den Molarzähnen, die ja nicht gewechselt werden und die während des allgemeinen Wachstums der Kiefer sich zu sehr langen Bildungen umgestalten, zu ganz besonderer Entwicklung. Um die Tiefe dieser Kundengruben an den hinteren Backzähnen des Oberkiefers in einen Vergleich zur Zahnlänge zu setzen,<sup>1</sup> führen wir zwei labio-linguale Längsschnitte durch je eine Komponente des zusammengesetzten Becherzahnes auf.

<sup>1</sup> BECKERT (1933) verbreitet sich über die Verhältnisse am proximalen Ende der Schmelzeinstülpungen (Verhalten der Kundengrubengründe). Der Autor berichtet, dass der proximale scharfe Rand bei Jungzähnen (Molaren)

**Textfigur 3**

Längsschnitte durch den Molar mo.2 am Oberkiefer. Schnittrichtung von vorn nach hinten. Bukkale bzw. linguale Schnitthälften. Schnitte durch die beiden verschmolzenen Zahnbecher.

Abb. a) Längsschnitt durch den Molar mo.2 am Kiefer des Rindes 397, Geschl. —, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt. Linguale Schnitthälfte.

Abb. b) Längsschnitt durch den Molar mo.2 am Kiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt. Linguale Schnitthälfte.

Abb. c) Längsschnitt durch den Molar mo.2 am Oberkiefer des Rindes 410, ♂, sicher 9 Monate alt. Bukkale Schnitthälfte.

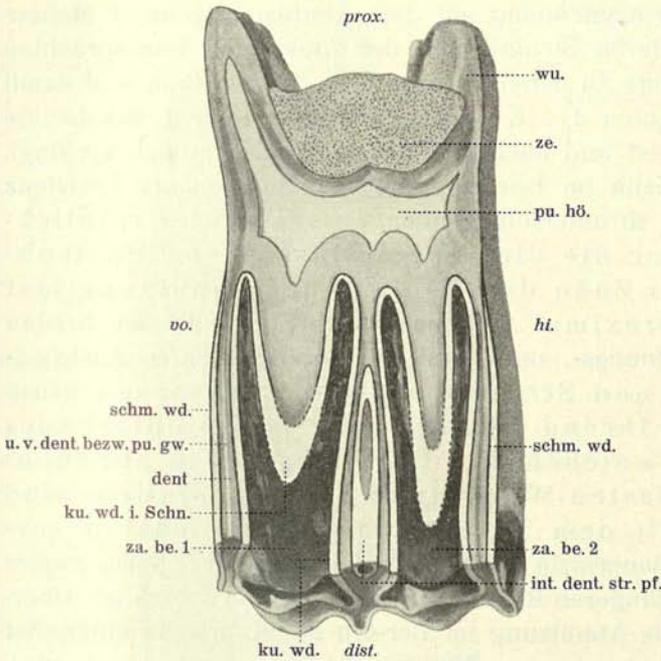


Abb. b

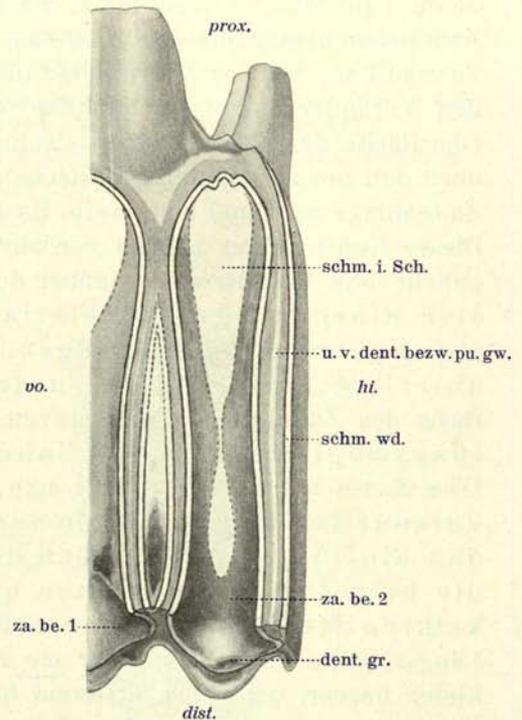


Abb. a

dist. = distal                      vo. = vorn  
 prox. = proximal                hi. = hinten

ä. be. wd. = äussere Becherwand  
 dent. = Dentin  
 dent. gr. = dellenförmige Vertiefung, umrandet von Schmelzleisten  
 hpt. l. = Hauptleiste an der Becherwand  
 i. be. wd. = innere Becherwand  
 int. dent. str. pf. = interkalikärer Strebepfeiler  
 ku. gr. wd. = Kundengrubenwand  
 ku. wd. = Kundenwand  
 ku. wd. i. Schn. = Kundenwand, im Anschnitt  
 pu. gw. = Pulpagewebe  
 pu. hö. = Pulpahöhle  
 schm. = Schmelz  
 schm. i. Schn. = Schmelz im Anschnitt  
 schm. wd. = Schmelzwand  
 u. v. dent. = unverkalktes Dentin  
 za. be. 1 = Zahnbecher 1  
 za. be. 2 = Zahnbecher 2  
 ze. = Zement  
 wu. = Wurzelast

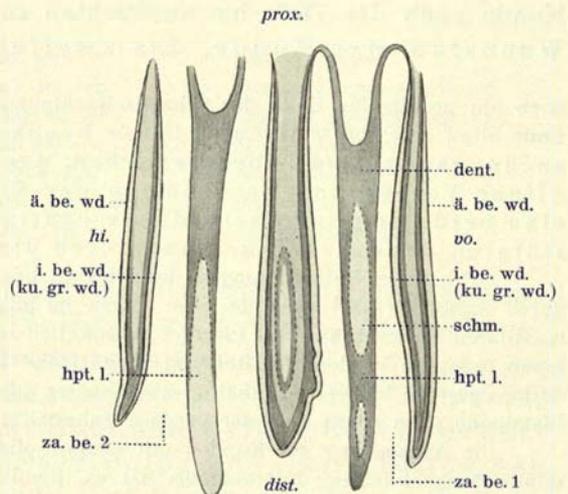


Abb. c

Textfig. 4, Abb. a gibt den auf das jüngere Rind Rif. Nr. 408 sich beziehenden Längsschnitt wieder. Wir sehen, wie die Einfaltung beinahe vollständig die ganze Zahnanlage durchmisst, wie die den Zahn nach aussen abschliessenden Schmelzbeläge am distalen bukkalen und distalen lingualen Zahnrand umschlagen und in Form einer Hartauskleidung dem Kundengrubengrund zustreben. Die innere Auskleidung der Kunde ist also durchwegs ein Schmelzbelag.<sup>1</sup>

Die Pulpahöhle des Zahnes, die jede der beiden Zahnkomponenten zu ihrem Weichherd hat, der aber für sie gemeinsam ist, lässt die Zahnpulpa in die von den Schmelzüberzügen gebildeten Faltenräume vordringen, wo die Tätigkeit der Odontoblasten in der Abscheidung von Zahnbeinsubstanz, die den gefalteten Schichten anliegt, zur Auswirkung kommt. Für den ganzen Zahnaufbau, für das Verständnis der im Zusammenhang mit dem Abnutzungsprozess stehenden Veränderlichkeit der Mahlfläche und deren Strukturbild, der funktionell beanspruchten Oberfläche des Zahnes, ist es wichtig, im Auge zu behalten, dass dem ganzen Zahn und damit auch den ihn aufbauenden Hartschichten die Kegelform zugrunde liegt, bei der die Zahnanlage proximal eine breite Basis aufweist und nach dem distalen Ende hin sich verjüngt. Dieser Konstruktion zufolge verdankt der Zahn im Interesse der Erhaltung seiner Resistenz abbauenden Einflüssen gegenüber den nicht zu unterschätzenden Vorteil, unter möglicher Einsparung des Materials, über die dichtesten Massen von Hartschichten gerade da zu verfügen, wo der Zahn dem Prozess der Abnutzung just unterliegt, während den unteren, proximal gelegenen Partien an der breiten Basis des Zahnkegels die Reserven der Bildungs-, und damit in Verbindung, die Anlagerungsmöglichkeiten von Zahnbein- und Schmelzsubstanz zugewiesen sind. Der Zahn ist also in der Lage, fortwährend die Festigung seines Unterbaues vorzunehmen. In dem Moment, in welchem die Hartmassen den abbauenden Einflüssen mechanisch den grössten Widerstand entgegenstellen, sind die betreffenden Regionen auch mit dem ältesten, am gründlichsten verkalkten Material versehen. Dieses Bauprinzip geht auch aus einem Vergleich zweier Längsschnitte durch den Molar mo.2 eines jüngeren Rindes und eines älteren Tieres am Oberkiefer hervor, bei welchem letzterem bereits die Abnutzung im Bereich der Kaufläche eingesetzt hat und wo die den äusseren Schmelz- und den inneren Kundenwänden anliegenden Dentinschichten die inneren Faltenräume bis auf einen schmalen Restbestand von Weich- und Prädingewebe distal ausfüllen.

Bei diesem Anlass fügen wir noch ein kurzes Wort über das Vermögen des Zahnes, seine Kunde nach der Tiefe hin auswachsen zu lassen, unsern bisherigen Ausführungen bei. Das Wachstum der Kunde, das zweifellos mit dem allgemeinen Wachstum des

noch am proximalen Ende der Schmelzeinstülpungen offen steht, wogegen er bei ältern Molaren das proximale Ende blind geschlossen vorfindet. Diese Beobachtung bestätigen wir auf Grund unserer Untersuchungen, müssen aber bemerken, dass es sich bei jenem Offenbleiben nicht um eine offene Verbindung des Lumens der Einstülpung mit der Pulpa handelt, sondern um eine beide Regionen scheidende häutige Grenzzone, dargestellt durch Teile des eingestülpten Schmelzorganes und durch die in der Pulpa befindlichen Odontoblasten.

<sup>1</sup> Die Schmelzeinstülpungen der Molaren des Rindergebisses sind Gegenstand eingehender Untersuchungen durch BECKERT (1933) geworden. Sie zeigen im allgemeinen das gleiche charakteristische Verhalten wie die der maxillaren Backenzähne des Pferdes. Gewöhnlich reicht die hintere Schmelzeinstülpung etwas tiefer in den Zahn hinab, wie die vordere Einstülpung. Den Grund dieses charakteristischen Allgemeinverhaltens findet BECKERT darin, dass die hintere Zahnhälfte etwas später angelegt wird als die vordere Hälfte. Dadurch steht ihr genuines Distalende stets etwas dem der vordern Zahnhälfte an Höhe nach.

Die Ausstattung der Kunden mit einem soliden Schmelzbelag und die äussere gute Umhüllung jeder einzelnen Becherwandung mit Schmelz hat es offenbar zur Folge, dass Karies bei den Rindern ebenso selten wie angeborene Defekte der harten Zahngewebe sind (BAUME, Odontologische Forschungen, Leipzig 1882, zit. nach SCHOEBER, 1920).

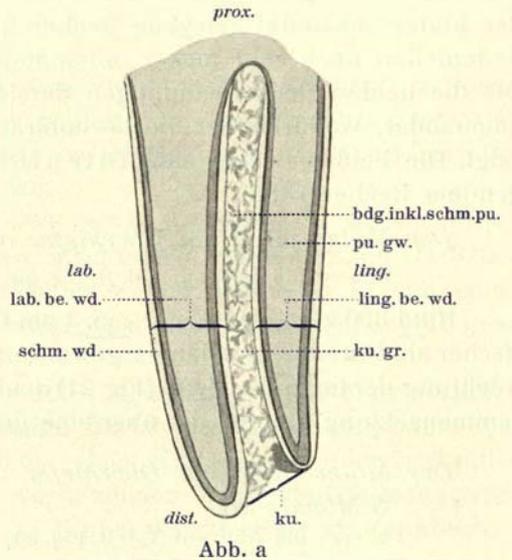
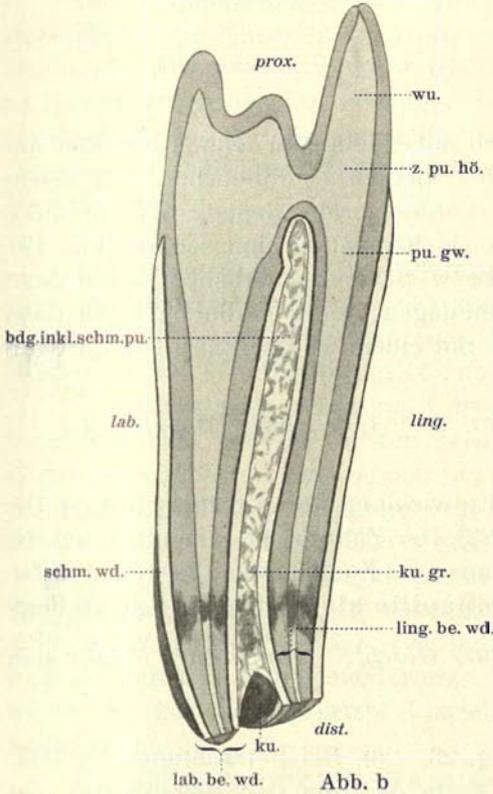
Zahnes in gewissem Sinne Schritt hält, wird ermöglicht durch das Zusammentreffen von weichen Bildungsepithelien am Kundengrund, wo denn auch bis zur Verhärtung des Grubenbodens, d. h. bis zur Beendigung des Kundenwachstums, immer neue Substanz dem alten Wandbelag angeschlossen und der Schacht der Kunde verlängert wird. Inneres und äusseres Schmelzepithel und die Odontoblastenschicht in der Zahnpulpa machen die durch die Einstülpung der Kegelspitze des Zahnes bedingte Wandfaltung mit. Im

**Textfigur 4**

Labio-linguale Längsschnitte durch den Molar mo. 2 des Oberkiefers. Schnitte durch den vorderen, ersten Zahnbecher. Vordere Schnitthälften.

Abb. a) Schnitt durch den Molar mo. 2 am linken Oberkiefer des Rindes 408, Geschl. —, ca. 9 Monate alt.

Abb. b) Schnitt durch den Molar mo. 2 am linken Oberkiefer des Rindes 441, ♂, angeblich 3 Jahre alt.



- dist. = distal
- prox. = proximal
- lab. = labial
- ling. = lingual
- bdg. inkl. schm. pu. = intrakalikäres Bindegewebe, inkl. Schmelzpulpa
- ku. = Kunde

- ku. gr. = Kundengrube
- lab. be. wd. = labiale Zahnbecherwand
- ling. be. wd. = linguale Zahnbecherwand
- pu. gw. = Pulpagewebe
- schm. wd. = Schmelzwand
- wu. = Wurzelast
- z. pa. hö. = Zahnpulpaöhle

Bereich des Kundenbodens stossen die distal bereits mit der Produktion von Schmelz und Dentin beschäftigten Epithelien und Zellschichten (inneres Schmelzepithel und Odontoblastenschicht) zusammen und erzeugen in voller und unabgeschwächter Potenz fortwährend distalwärts hin Schmelz, proximalwärts hin Dentin, was in der nachfolgenden Zeit dadurch sichergestellt wird, dass nach Reduktion der Schmelzpulpa und Obliteration des äusseren Schmelzepithels in die offene Kunde das Bindegewebe nachrückt und für den Unterhalt des innern Schmelzepithels sorgt, während den Odon-

toblasten die Nährsubstanzen von seiten der Pulpa des Papillarkörpers zugehalten werden.

Auf noch jüngeren Stadien der Zahnentwicklung trifft man denn auch, obwohl die Wände der Kundengrube bereits in Hartsubstanzbildung vorliegen, bei der Eröffnung des Zahnes von der Wurzelfläche und bei sorgfältiger Entfernung der Pulpamasse den in das Innere des Zahnes sich hineinprojizierenden Kundengrund mit dem unverhärteten Weichgewebe, den Membranen des innern Schmelzepithels und den Odontoblasten überspannt. Es ist die Zone am Zahn, welche im Hinblick auf die Potenzen der Gewebeerneuerung mit der Knorpelfuge eines Röhrenknochens vergleichbar ist.

cc) *Der Molar mo.3*

*Der Molar mo.3 am Oberkiefer des Rindes Nr. 410, ♂, sicher 9 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 18 und 19.

Rind 410 zeigt den Molar mo.3 des Oberkiefers noch auf einem sehr frühen Stadium der Entwicklung (Fig. 18 und 19). Die nebeneinanderliegenden kleinen Dentinbecher, von denen der hintere okzipital gelegene Becher kleiner ist als der vordere oral gelegene, sind in ihren Seitenteilen noch sehr locker miteinander verbunden. Die Becherspalten sind schmal (Fig. 19). Die die beiden Becherwandungen darstellenden Dentin- bzw. Schmelzscherbchen liegen dicht aneinander, wodurch der Becherhohlraum in beiden Teilanlagen wenig geräumiges Ausmass zeigt. Die beiden Becher sind tütenförmig ausgebildet, mit einem an der Basis stumpf endigendem Bechergrund.

*Der Molar mo.3 am Oberkiefer des Rindes Nr. 390, ♀, 1 Jahr und 3 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 20—22.

Rind 390 zeigt den Molar mo.3 am Oberkiefer in der Entwicklung weiter fortgeschritten. Die Becher sind breiter und länger geworden (Fig. 20, 21 und 22). Der Zahn weist namentlich bei Betrachtung der lingualen Seite (Fig. 21) deutlich noch auf die aus zwei Komponenten bestehende Zusammensetzung hin, bei der aber eine gemeinsame Stammpapille als Grundanlage vorliegt.

*Der Molar mo.3 am Oberkiefer des Rindes Nr. 397, Geschl. —, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 23—26.

Die ganze Zahnanlage hat sich stark entwickelt (Fig. 23—26). Bei Betrachtung der bukkalen Wandfläche (Fig. 23) zeigt sich, dass das distale Ende der von den Seitenleisten der beiden Zahnbecher dargestellte «Mittelleiste», in welcher der Grenzsaum der in ihren Seitenteilen zusammenstossenden Becherwände vorliegt, noch deutlich Spuren der ursprünglichen Hartteiltrennung zu erkennen gibt, indem am distalen Ende eine Leisten-spaltung in diesem Verbindungswulst wahrzunehmen ist. Fig. 24 zeigt besonders schön die starke Ausbildung der zwischen den beiden Becher lingual ausgebildeten Stützsäule. Bei Betrachtung der Kaufläche (Fig. 25) erscheinen die klaffenden Öffnungen der beiden Zahnbecher und die auf der Oberfläche der bukkalen Becherwände ausgeprägten Wülste, während die Überprüfung der Wurzelfläche (Fig. 26) vorn und hinten bukkal eine Ansatzstelle für einen vorderen und hinteren Wurzelast ergibt, lingual eine Ansatzstelle für eine aus zwei Ästen vereinigte Wurzel (Doppelwurzel).

*Der Molar mo.3 am Oberkiefer des Rindes Nr. 388, ♀, angeblich 2 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 27- 29.

Eine Ergänzung zum obigen Fall, die den Zahn in der Entwicklung weiter fortgeschritten zeigt, liegt bei Molar mo.3 des Oberkiefers von Rind 388 vor. Die Abbildungen (Fig. 27, 28 u. 29)

beziehen sich auf Ansichten des Zahnes mit Wiedergabe seiner Lateral- und Lingualseite sowie seiner Kaufläche.

*Der Molar mo. 3 am Oberkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 30a und 30b sowie Taf. B, Fig. 30.

Molar mo. 3 des Oberkiefers bei Rind 442 hat sich zu einem stattlichen Hartgebilde umgestaltet. Der Zahn stellt einen mächtigen, jedoch innig in seinen Teilen verbundenen Doppelbecher dar, dessen Einzelkomponenten in Form langer Becherröhren, zwei nebeneinanderlaufende starkwandige Tuben repräsentieren, deren untere Hälften auf der bukkalen Seite in zwei Wurzeln, auf der lingualen Seite in eine verschmolzene Doppelwurzel übergehen.

Die Kaufläche der beiden verschmolzenen Becher (Taf. B, Fig. 30) zeigt zwei von starken Schmelzrändern eingefasste Grubenöffnungen und die von Schmelzsubstanz eingebordeten Becherränder, an denen bukkal (labial) in Form kreisrunder, abgegrenzter Vertiefungen, lingual in Gestalt länglicher Einkerbungen die Anschnitte der umgebogenen Kegelwandflächen in Erscheinung treten. An die Anschnitte stossen die zwischen den Schmelzwänden eingeschlossenen Dentinmassen, die der Abnützung weniger Widerstand bieten (Bodenpartien der dellenförmigen Vertiefungen).

Zur Ergänzung der Beschreibung der morphologischen Verhältnisse am hintersten Backzahn des Oberkiefers diene noch das Anführen zweier Serien von Querschnitten durch den hintersten Backzahn, und zwar von Querschnitten durch den Molar mo. 3 am Oberkiefer des Rindes Nr. 397 (Textfig. 5, pg. 148 und Textfig. 6, pg. 150).

Wir haben den Molar mo. 3 des Rindes 397 und 388 durch Anlegen von Querschnitten in eine Anzahl von Teilstücken zerlegt. Wir geben das Strukturbild am einzelnen Teilstück durch die Ansicht der proximalen bzw. distalen Schnittflächen wieder, sodass die Erschliessung der baulichen Struktur des Zahnes an Hand von Querschnitten, vom distalen Zahnteil angefangen, in allen Lagen des Hartgebildes möglich wird.

Das Ausmass der Fläche der nach der Basis des Zahnes zu immer grösser erscheinenden Querschnitte wird durch die charakteristische, kegelförmige Gestalt des Zahnes bestimmt. Auf allen Anschnittbildern zeigt sich im zweifachen Auftreten eines Kundengrubendurchschnittes und im Auftreten von gleichförmig gearteten, doppelt vorhandenen Weich-Hart-Substanzterritorien der zusammengesetzte Charakter des Zahnes im Sinne der zweifachen Zahnbecherbildung.

Dem älteren, längeren (Zahn des Rindes 397, Textfig. 5) und dem jüngeren, kürzeren Zahn (Rind 388, Textfig. 6) liegt das nämliche Bauschema zugrunde. Diejenigen Schnittstücke, welche dem distalsten Gebiet des Zahnes entstammen, zeigen den äussern Einschnitt an der Querschnittsumgrenzung lingual am ausgesprochensten und somit am besten die Teilung der von Anbeginn an nur an der Basis miteinander verbundenen Teile. Die den proximaleren Gebieten des Zahnes entstammenden Schnittstücke demonstrieren dagegen deutlicher noch die Einheitlichkeit der Grundanlage, zumal ein geschlossen umgrenzter Querschnitt die verschiedenen Partialquerschnitte in diesen Fällen umschliesst.

Die beiden Serien von Querschnitten bestätigen die Aussagen über die Art der Anlage von Hartsubstanzen in den distal und proximal gelegenen Partien des Zahnes. Die den distalen Gebieten der Zähne entnommenen Schnitte enthalten die relativ mächtigsten Lager von Zahnbeinsubstanz, mit welcher die Querschnitte dermassen ausgefüllt sind, dass die zwischen den Dentinschichten gelegenen Massen von Pulpagewebe auf einen engen Raum im Auftreten beschränkt sind (rundlich und oval umgrenzte Querschnittfelder zwischen dem äussern Schmelzbelag und Dentinmantel des Zahnes und der Schmelz- und Dentin-

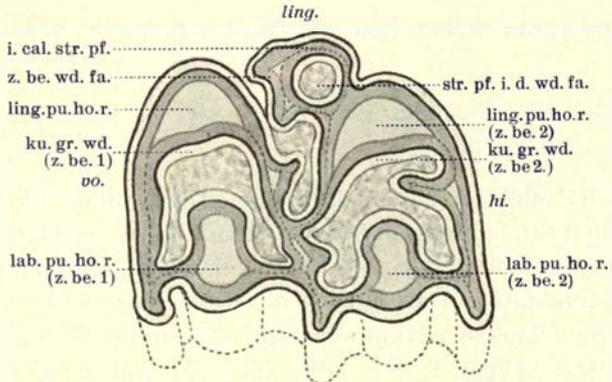


Abb. c'

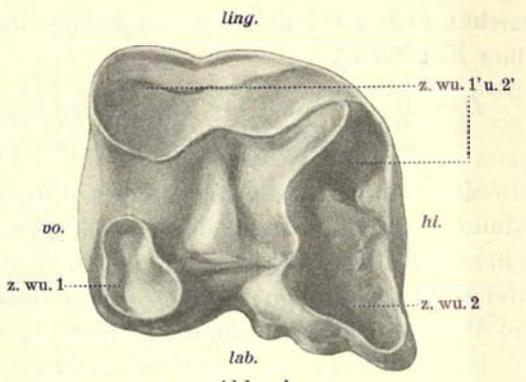


Abb. e'

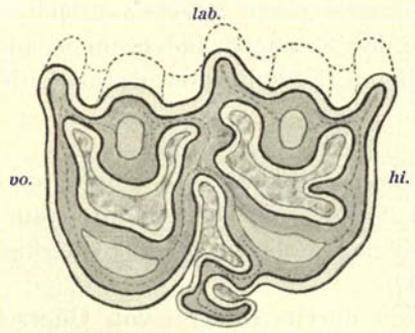


Abb. c

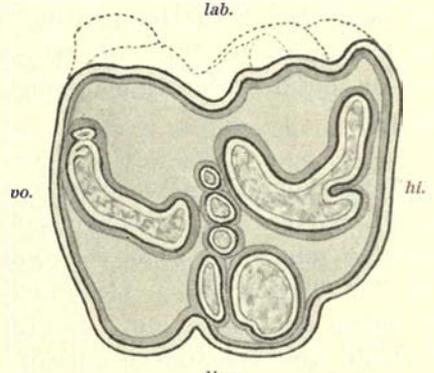


Abb. e

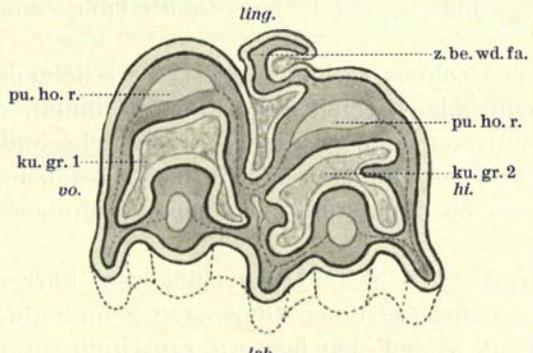


Abb. b

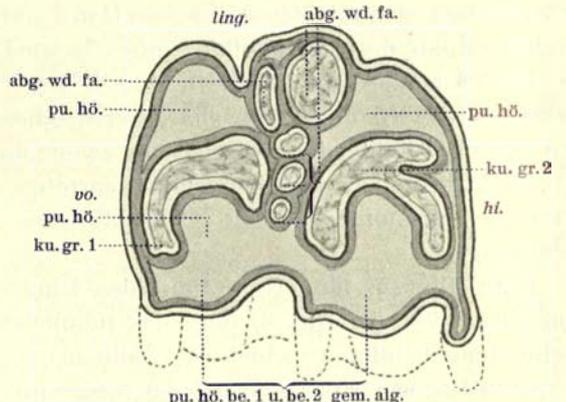


Abb. d'

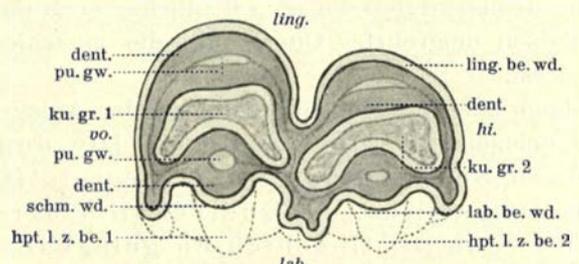


Abb. a

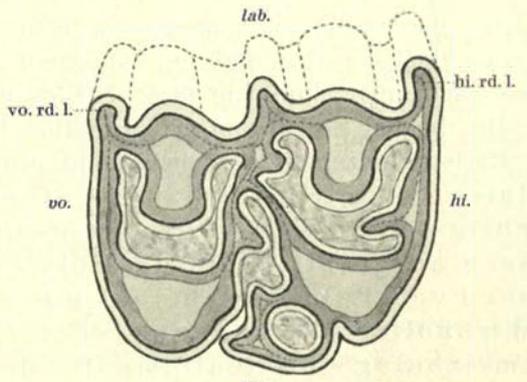


Abb. d

**Textfigur 5**

Serien von Querschnitten durch den Molar mo. 3 am linken Oberkiefer des Rindes Nr. 397, Geschl. angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt. Schnittstücke mit Ansicht der proximalen bzw. distalen Schnittfläche.

- Abb. a) 1. Teilstück mit Ansicht der proximalen Schnittfläche.  
 Abb. b) 2. Teilstück mit Ansicht der proximalen Schnittfläche.  
 Abb. c) 3. Teilstück mit Ansicht der distalen Schnittfläche.  
 Abb. c') 3. Teilstück mit Ansicht der proximalen Schnittfläche.  
 Abb. d) 4. Teilstück mit Ansicht der distalen Schnittfläche.  
 Abb. d') 4. Teilstück mit Ansicht der proximalen Schnittfläche.  
 Abb. e) 5. Teilstück mit Ansicht der distalen Schnittfläche.  
 Abb. e') 5. Teilstück mit Ansicht der Wurzelbodenfläche.

Die einzelnen Teilstücke sind in den Abbildungen und Buchstabenbezeichnungen so aufeinanderfolgend, wie sie durch die Anlegung von Querschnitten sukzessive, vom distalen Zahnrand an, angefallen sind.

lab. = labial                      vo. = vorn  
 ling. = lingual                    hi. = hinten

- abg. wd. fa.                    = abgeschnürte Wandfaltenbildung(en), innerer(innere) Hartpfeiler der Zahnanlage  
 dent.                            = Dentin  
 hi. rd. l.                        = hintere Rand-(Seiten-)leiste  
 hi. z. wu.                        = hintere Zahnwurzel  
 hpt. l. z. be. 1                = Hauptleiste der Zahnbecherwand der Komponente 1  
 hpt. l. z. be. 2                = Hauptleiste der Zahnbecherwand der Komponente 2  
 i. cal. str. pf.                 = intrakalikärer Strebepfeiler  
 ku. gr. 1                        = Kundengrube, Zahnbecher 1  
 ku. gr. 2                        = Kundengrube, Zahnbecher 2  
 ku. gr. wd. (z. be. 1)        = Kundengrubenwand des Zahnbechers 1  
 ku. gr. wd. (z. be. 2)        = Kundengrubenwand des Zahnbechers 2  
 lab. be. wd.                    = labiale Becherwand  
 lab. pu. ho. r. (z. be. 1)      = labialer Pulpahohlraum im Zahnbecher 1  
 lab. pu. ho. r. (z. be. 2)      = labialer Pulpahohlraum im Zahnbecher 2  
 ling. be. wd.                    = linguale Becherwand  
 ling. pu. ho. r.                 = lingualer Pulpahohlraum  
 ling. pu. ho. r. (z. be. 2)     = lingualer Pulpahohlraum im Zahnbecher 2  
 ling. wu.                        = lingualer Wurzelwulst  
 pu. gw.                         = Pulpagewebe  
 pu. ho. r.                        = Pulpahohlraum  
 pu. ho. r. be. 1                = Pulpahohlraum von Zahnbecher 1  
 pu. ho. r. be. 2                = Pulpahohlraum von Zahnbecher 2  
 pu. hö.                         = Pulpahöhle  
 pu. hö. be. 1 u. be. 2  
     gem. alg.                    = gemeinsame Pulpahöhle der Zahnbecher 1 und 2  
 rd. l.                             = Randleiste  
 schm. wd.                      = Schmelzwand  
 str. pf.                         = Strebepfeiler  
 str. pf. i. d. wd. fa.         = Strebepfeiler in der Wandfalte  
 u. v. dent.                     = unverkalktes Dentin  
 v. dent.                        = verkalktes Dentin  
 vo. rd. l.                        = vordere Rand-(Seiten-)leiste  
 vo. z. wu.                        = vordere Zahnwurzel  
 z. be. wd. fa.                 = Zahnbecherwandfalte(n)  
 z. wu. 1                         = Zahnwurzel (vorderer bukkaler Ast)  
 z. wu. 2                         = Zahnwurzel (hinterer bukkaler Ast)  
 z. wu. 1' und 2'                = Zahnwurzel (vorderer lingualer und hinterer lingualer Wurzelast, verschmolzen)

wand der Kundengrube auf bukkaler und lingualer Teilhälfte des Querschnittes). Die den proximalen Partien des Zahnes dagegen entstammenden Schnittstücke weisen, wiewohl die Gesamtquerschnitte weit umfangreicher

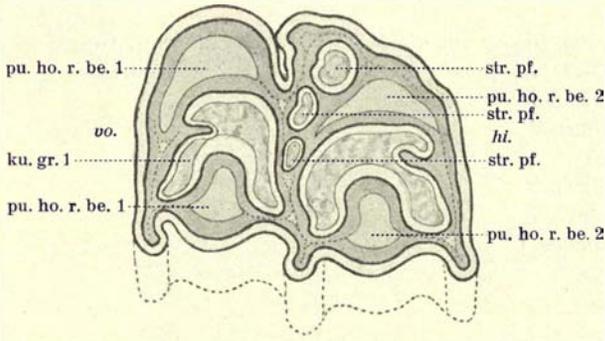


Abb. c

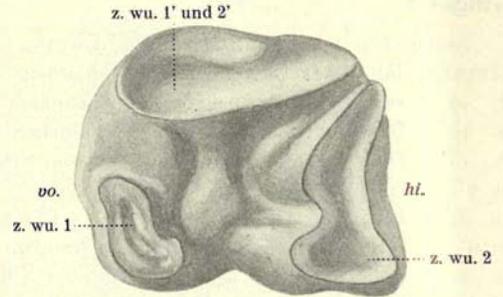


Abb. e'

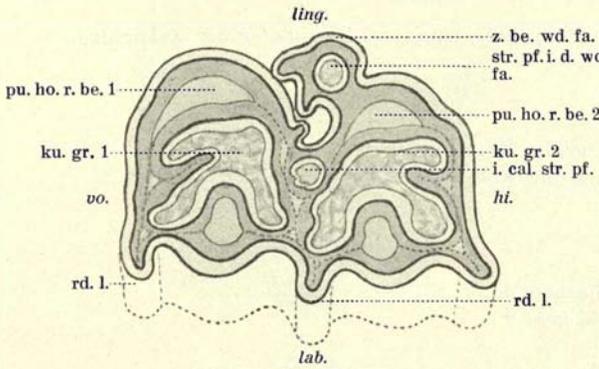


Abb. b

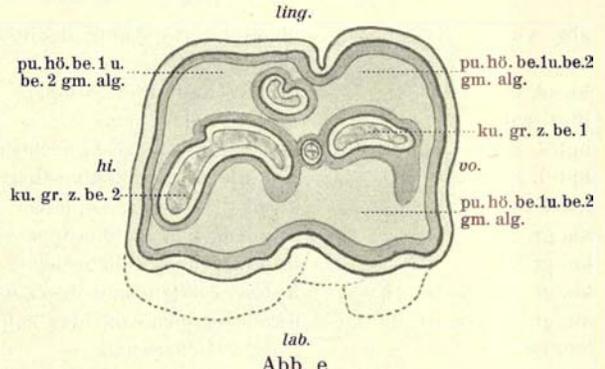


Abb. e

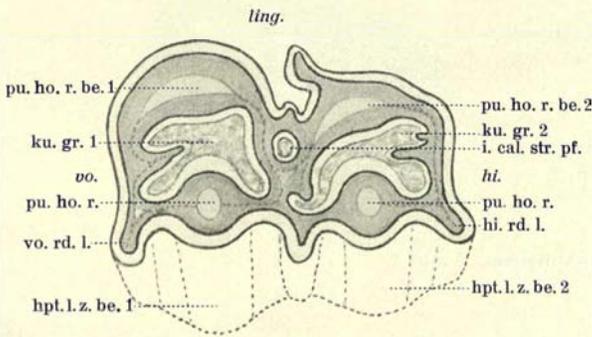


Abb. a

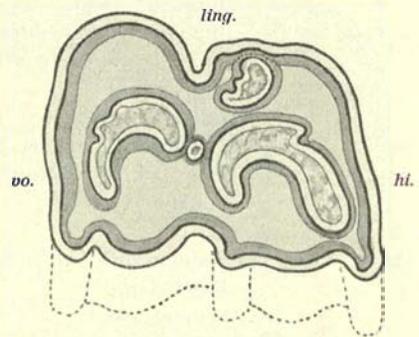


Abb. d

**Textfigur 6**

Serie von Querschnitten durch den Molar mo.3 am linken Oberkiefer des Rindes Nr. 388, ♀, angeblich 2 Jahre alt. Schnittstücke mit Ansicht der proximalen (bezw. distalen) Schnittfläche. Die Teilstücke folgen in den bildlichen Wiedergaben einander, so wie sie, vom distalen Zahnende angefangen, den Zahn zusammensetzen.

- Abb. a) 1. Teilstück, proximale Schnittfläche
- Abb. b) 2. Teilstück, proximale Schnittfläche
- Abb. c) 3. Teilstück, proximale Schnittfläche
- Abb. d) 4. Teilstück, proximale Schnittfläche
- Abb. e) 5. Teilstück, distale Schnittfläche
- Abb. e') 5. Teilstück, Wurzelfläche des proximal gelegenen Endstückes

Die Abkürzungen sind die nämlichen, wie sie für Textfigur 5 (Rind 397) aufgeführt worden sind (vide diese).

werden, die an den äussern und innern Kundengrubenwandungen des Zahnes auftretenden Dentinschichten in viel geringerer Dicke auf, weshalb die weichen Massen des Prädentins und der Pulpasubstanz in Dominanz im Querschnitt erscheinen. Diese auf distalen Querschnitten nur spärlich vertretenen, von starken Hartwänden umschlossenen Gewebeteile nehmen auf den proximal gelegenen Querschnittplatten mehr und mehr unter dem Zurücktreten der verkalkten Zonen an Umfang zu, bis schliesslich der weit grösste Teil des Gesamtquerschnittes vom Zahn von ihnen in Anspruch genommen wird. Es sind also stets die härtesten, solidesten Baumaterialien der Angriffsfläche am nächsten, während in den mehr basal gelegenen Teilen die Möglichkeit zur Konsolidierung, des weiteren Ausbaues und für einen späteren Nachschub von Baumaterialien besteht.

Sehr instruktiv sind schliesslich auch die Querschnitte in bezug auf den Zusammenschluss und die Verbindung der beiden, den Molar aufbauenden Becher, instruktiv im besonderen, was das Verhalten der zusammentretenden seitlichen Teile der beiden Komponenten anbelangt. Bei der Verfolgung der Querschnitte sieht man vom distalen Zahnende nach der Basis des Zahnes, dass von einer Zahnkomponente aus einseitig lingual eine Wandauslappung eingetreten ist und der Lappen wiederum sekundäre Falten, die zum Teil auch die Wand der andern Komponente bildet, erzeugt. Diese bewerkstelligen die Ausfüllung der zwischen den beiden Zahnbechern lingual gelegenen Bechernische, indem durch das Zusammenwachsen der Faltenzipfel die Abschnürung einer Reihe von Hartsäulchen eintritt, die durch die Verlötung der gegenseitigen Schmelzmantellappen der einzelnen Becher in das Innere des Zahnquerschnittes zu liegen kommen und im Gesamtquerschnitt eine Reihe von kleineren intradentären Querschnitten schaffen, die, labio-lingual in der Anordnung gerichtet, zwischen beiden Bechern im Zahninnern der ganzen Anlage eine Barrikadenwand darstellt. Die einzelnen Säulchen sind von einer Schmelzwand umgeben, und es liegt in der Natur der Entstehung dieser abgeschnürten Teile, dass sie, im Innern Schmelzgewebe enthaltend, mit einem Mantel von Dentinsubstanz umschlossen werden. Beim Auswachsen der konisch formierten Säulchen in distaler Richtung verbreitern diese ihre Grundfläche.

## 2. Die Milchzähne des Unterkiefers

### a) Die Prämolaren

#### aa) Der Prämolare $\overline{\text{pr. 2}}^d$

*Der Prämolare  $\overline{\text{pr. 2}}^d$  am Unterkiefer des Rindes 410, ♂, sicher 9 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 31–33.

Wie im vorigen gezeigt worden ist, bildet sich Prämolare  $\overline{\text{pr. 2}}^d$  am Unterkiefer nicht aus einer aufgelappten (zweikomponentigen) Anlage heraus, sondern aus einer unaufgeteilten, ein-komponentigen Anlage. Dementsprechend gestalten sich die Verhältnisse später am Zahn. Der Zahnkörper ist relativ klein. Der meisselförmige Zahn ist niedrig gebaut, in seiner Kaufläche schon stark abgenützt. Nichts deutet auf eine doppelte Becheranlage hin. Grubenartige Öffnungen an der Kaufläche in der Art, wie sie in den vorigen Fällen auftraten, fehlen am freistehenden Teil des Zahnes. Dem Zahnkörper ist eine Wurzel angegliedert, die an der Basis des Zahnes unaufgeteilt ist, sich aber dann proximalwärts in einen vordern und hintern Ast aufgabelt.

bb) Der Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$

Der Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rindes 397, Geschl. —, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt.

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 34—36.

Der untere Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$  des Rindes 397 (Fig. 34—36) entspricht in seinem Aufbau grundsätzlich dem Prämolare  $\overline{\text{pr. 2}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer. Es ist ein unaufgeteilter, einheitlicher Zahn, dessen Zusammensetzung aus zwei Komponenten nicht nachweisbar ist. Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}}^{\text{d}}$  kann, sofern er nicht als primitiver einkomponentiger Einzelzahn einzuwerten ist, als modifizierter Becherzahn aufgefasst werden, der seine Bechereinstülpung nicht aufweist, sondern meisselförmig die Breitkante der zusammenstossenden Zahnwände als Kaufläche beibehält. Bei Betrachtung der Kaufläche (Fig. 36) ist zu folgedessen das gewohnte, durch die Kundenumgrenzungen ausgezeichnete Strukturbild am Zahn nicht vorhanden. Die abgeschliffene Zahnfläche stellt ein Dreieck dar, dessen spitzer Winkel nach vorn und dessen schmale Seite nach hinten gerichtet ist.

Der Zahn zeigt zwei Wurzeläste.

cc) Der Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$

Der Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rindes 397, Geschl. —, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt.

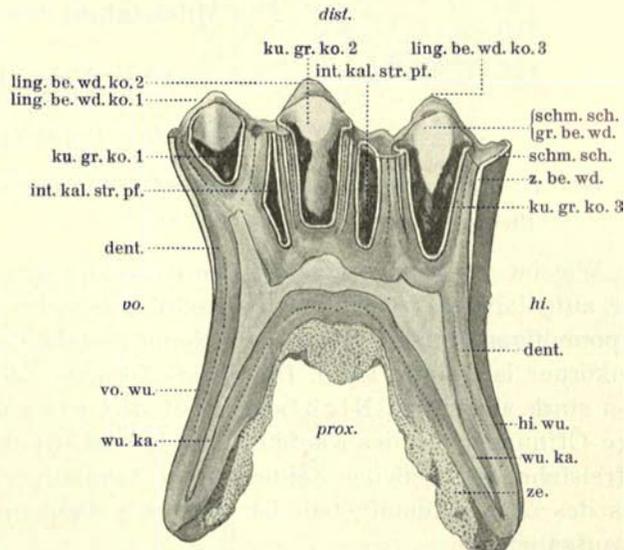
Hierzu Abb. auf Taf. B, Fig. 37—39.

Bei dem in Rede stehenden Prämolare ist auch noch auf späten Stadien der Entwicklung, wenn bereits der Zahn stark abgenutzt ist, die Zusammensetzung aus drei Teilstücken nachweisbar. Die drei Becher liegen reihenartig geordnet nebeneinander (Fig. 37 und 38) und sind miteinander zu einem einheitlichen massigen Zahn verbunden (Fig. 39). Die auf der lingualen

Textfigur 7

Längsschnitt durch den Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer des Rindes Nr. 410, ♂, sicher 9 Monate alt. Schnittrichtung von vorn nach hinten. Linguales Teilstück des Zahnes. Schnitt durch die einzelnen Kundengruben der drei nebeneinander liegenden Becher.

	dist. = distal	hi. = hinten
	prox. = proximal	vo. = vorn
be. gr. wd.	= Bechergrubenwand	
dent.	= Dentin	
hi. wu.	= hinterer Wurzelast	
int. kal. str. pf.	= interkalikärer Strebepfeiler	
ku. gr. ko. 1	= Kundengrube, Zahnkomponente 1	
ku. gr. ko. 2	= Kundengrube, Zahnkomponente 2	
ku. gr. ko. 3	= Kundengrube, Zahnkomponente 3	
ling. be. wd. ko. 1	= linguale Becherwand, Zahnkomponente 1	
ling. be. wd. ko. 2	= linguale Becherwand, Zahnkomponente 2	
ling. be. wd. ko. 3	= linguale Becherwand, Zahnkomponente 3	
schm. sch.	= Schmelzschicht	
vo. wu.	= vordere Zahnwurzel	
wu. ka.	= Wurzelkanal	
z. be. wd.	= Zahnbecherwand	
ze.	= Zement	



flachen Wandhälfte auf frühen Stadien der Entwicklung deutlich abgezeichneten Haupt- und Nebenleisten sind kaum mehr deutlich gegeneinander abgegrenzt, höchstens durch das in den Seitentälern deponierte Pigment augenfällig geschieden. Bei Betrachtung der Kaufläche (Fig. 37) erkennt man an jedem früheren Zahnbecher zufolge des Auftretens einer sichelförmig umrandeten, von einer Schmelzleiste umfassten Spalte die Umgrenzung des früheren Becher- raumes. Zwischen Becher 1 und 2 und Becher 2 und 3 sind auf der bukkalen Seite noch die Querschnitte der beigefügten Hartsäulen festzustellen.

Vom ehemaligen ersten und dritten Becher gehen stark gebaute Wurzeläste ab. Auch die mittlere Komponente weist gewöhnlich noch einen (zuweilen sogar zwei), wenn auch rudimentären, Wurzelast auf, der aber meistens nur schwach ausgebildet ist.

Die aus drei Einzelbechern zusammengesetzte bauliche Einheit veranschaulicht mit Rücksicht auf die einzelnen den Zahn aufbauenden Komponenten ein von vorn nach hinten geführter Längsschnitt, der die Kundengruben mittendurch spaltet und dem Beschauer die eine (linguale) Wand jedes Bechers freilegt (Textfig. 7). Die Becherlängen erscheinen unter der Abnutzung der Zähne sehr verkürzt. Die Becherwände zeigen noch deutlich den Schmelzbelag gegen das Innere der Kundengruben, die im übrigen von Schichten des Zahnbeins aufgebaut sind. Den Zahnbechern ist eine gemeinsame Pulpahöhle eigen, die mit den Lumina der Wurzeläste in Verbindung steht. Zwischen den einzelnen Bechern erblickt man die interkalikären Strebepfeiler.

## b) Die Molaren

### aa) *Der Molar $\overline{\text{mo.1}}$* <sup>1</sup>

*Der Molar  $\overline{\text{mo.1}}$  am Unterkiefer des Rindes Nr. 410, ♂, sicher 9 Monate alt*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 40, 41 und 41a.

Der erste Backenzahn im Unterkiefer legt noch auf späten Stadien seiner Entwicklung Zeugnis von seiner doppelten Teilanlagen-Zusammensetzung ab (Fig. 40). Die Becher weisen eine ausserordentliche Länge auf, sind hohl und schmal und zeigen auf der flachen lingualen Wandseite noch deutlich die Haupt- und auch teilweise die Nebenleisten (Fig. 41). Da, wo sich die beiden Becher verbinden, ist auf der lingualen Seite eine solide Verwachsungszone entstanden. Auf der bukkalen Seite wird diese Verfestigung durch die Ausbildung einer Hartleiste zwischen den Zahnbechern und die Deposition von Zementsubstanz herbeigeführt (Fig. 40). Bei Betrachtung der Kaufläche (Fig. 41a) erkennt man die Ausbildung zweier einander benachbarter, schlitzförmiger Spalten und die in die Spaltenräume vordringenden Hauptleisten der flachen lingualen Becherwandung.

### bb) *Der Molar $\overline{\text{mo.2}}$*

*Der Molar  $\overline{\text{mo.2}}$  am Unterkiefer des Rindes Nr. 410, ♂, sicher 9 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 42—44.

Der Zahn ist noch wurzellos (offene Pulpahöhle; Fig. 42 und 43). Der eigentliche Zahnkörper setzt sich aus zwei langen Einzelbechern zusammen, die auf der lingualen Seite der

<sup>1</sup> Studien am Zahnsystem von *Erinaeus europaeus* lassen LECHE (1893) melden:

Ich hebe besonders hervor, dass die sog. Molaren sich in völlig derselben Weise aus der Schmelzleiste entwickeln, wie die vorhergehenden Milchzähne und muss somit, in Übereinstimmung mit ROESE, der älteren Auffassung von der Entstehungsart der Molaren entgegentreten.

Die erste Dentition ist sowohl onto- wie phylogenetisch die ältere.

Der **Entwicklungsmodus** bei allen von LECHE untersuchten Tieren beweist ganz entschieden, dass die **Molaren** morphologisch der ersten Dentition und nicht der zweiten, wie allgemein angenommen, zugehören. **Die Molaren sind Milchzähne ohne Nachfolger.**

ganzen Länge nach mit ihren seitlichen Teilen zu einer Einheit verschmolzen sind (Fig. 43). Beim Zusammentritt der beiden Komponenten haben an den lingualen Becherflächen, die der Verlötnungsstelle benachbarten Seitenleisten eine gestaltliche Veränderung erfahren, und zwar in der Weise, dass der untere Teil der hinteren Seitenleiste des ersten Bechers in die allgemeine Wandflächensubstanz übergeht, während die vordere Seitenleiste des zweiten Bechers zwar im oberen Teil noch zu sehen, im untern Teil aber kaum mehr nachzuweisen ist.

Die bukkale Seitenflächenansicht (Fig. 42) zeugt wiederum von der Existenz einer von der Basis des Zahnes nach dem freien Zahnrand hinstrebenden, den Raum der Bechernische einnehmenden Hartsäule.

Die Kaufläche (Fig. 44) wird durch die konvex nach aussen gebogenen bukkalen und die

**Textfigur 8**

Von vorn nach hinten geführte Längsschnitte durch zwei Molare  $\overline{\text{mo. 2}}$  am Unterkiefer von Rindern.

Abb. a) bezieht sich auf Rind Nr. 410, ♂, sicher 9 Monate alt.

Abb. b) auf Rind Nr. 388, ♀, angeblich 2 Jahre alt.

dist. = distal  
prox. = proximal

hi. = hinten  
vo. = vorn

- ä. z. be. wd. ko. 1 = äussere Becherwand, Komponente 1
- ä. z. be. wd. ko. 2 = äussere Becherwand, Komponente 2
- dent. = Dentin
- int. cal. str. pf. = interkalikärer Strebepfeiler
- ku. gr. wd. ko. 1 = Kundengrubenwand, Komponente 1
- ku. gr. wd. ko. 2 = Kundengrubenwand, Komponente 2
- pu. hö. = Pulpahöhle
- schm. sch. be. wd. = Schmelzschicht der Zahnbecherwand
- schm. sch. ku. gr. wd. = Schmelzschicht der Kundengrubenwand
- z. be. wd. = Zahnbecherwand

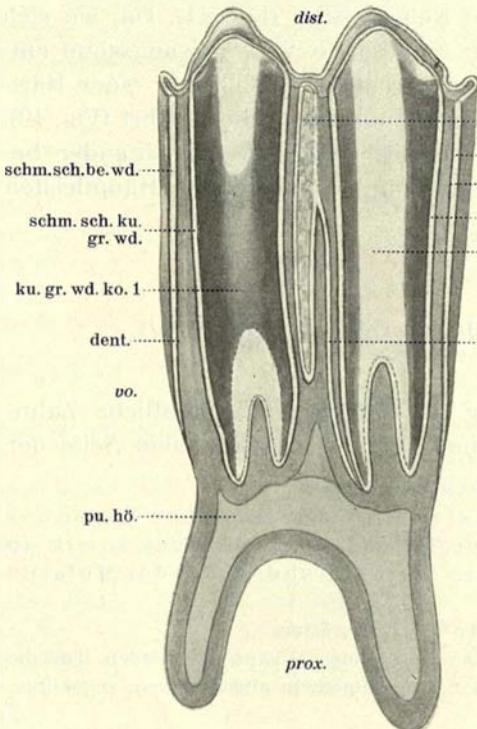


Abb. b

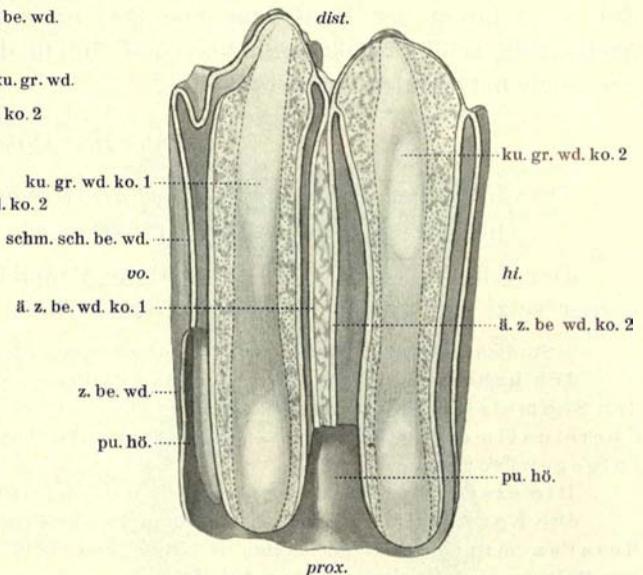


Abb. a

flachen, mit Haupt- und partiell entwickelten Nebenleisten versehenen lingualen Becherwände und die erwähnte interkalikäre Hartsäule dargestellt.

*Der Molar  $\overline{\text{mo.2}}$  am Unterkiefer des Rindes Nr. 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 45—47.

Gegenüber dem Vorstadium, das noch keine Wurzeln am Zahn erkennen lässt, stellt Molar  $\overline{\text{mo.2}}$  bei Rind 442 am Unterkiefer einen ausgewachsenen, fertig entwickelten Zahn dar (Fig. 45, 46 und 47). Die beiden Zahnbecher stehen miteinander in fester seitlicher Verbindung. Die auf der Bukkalseite in der Bechernische vorhandene Hartsäule zeigt eine mit der ganzen Höhe der Zahnbecher korrespondierende Länge und bildet mit den letzteren ein einheitliches Ganzes (Fig. 45). Die an der Kaufläche auftretenden Schmelzleisten, welche die Endteile der Becherwandung und die Säume des eröffneten Bechermantels darstellen und auch die Kunden gruben umstellen (Fig. 45 und 47), sind nunmehr sehr stark ausgeprägt. Das schwach oder wenig verkalkte Dentin der Zahnbeinmasse, die den Raum zwischen den Faltenwänden der Zahnbecher (äusseren Becherwänden und Kundengrubenwandflächen) ausfüllt, liegt da, wo es zufolge der Abnutzung der Zähne frei zutage tritt, am Faltenaum, tiefer als der sie überbordende Schmelz, welcher Umstand auf eine geringere Resistenz dieser Substanz hinweist und im Auftreten kleiner, bukkal und lingual gelegener Dellen einen offensichtlichen Ausdruck findet.

Zwei von vorn nach hinten geführte Längsschnitte durch den zweiten Backenzahn, der einem jüngern und einem älteren Rinde angehört (Rind 410 und 388), mögen selbst auf den noch relativ späten Stadien der Zahnentwicklung die Zusammensetzung des Zahnes aus zwei zwar einer und derselben Anlage angehörenden, aber in ihren verkalkten Bestandteilen einheitlich verschmolzenen Komponenten illustrieren (Textfig. 8, Abb. a und b).

Der Schnitt durch Molar  $\overline{\text{mo.2}}$  am Unterkiefer des Rindes 410 (Abb. a) geht durch die beiden Becheranlagen hindurch. Die an den lingualen Wänden der verschmolzenen Zahnbecher auftretenden Aufwölbungen (Hauptleisten) gelangen auch an der innern Kundengrubenwand zur Ausbildung und weisen als innersten Überzug einen Schmelzbelag (weisse Flächen über der Dentinsubstanz [grau]) an den Wandrücken auf. Die Kundengruben zeigen eine die ganze Länge der Zahnanlage in Anspruch nehmende Tiefe, deren Wachstum zur Zeit noch nicht abgeschlossen ist. In der Pulpahöhle sammelt sich zwischen den Einstülpungen der Kundengruben und den verkalkten Schmelz- und Dentinwänden der Zahnanlage das Pulpagewebe, das bei der Darstellung des Schnittpräparates entfernt worden ist.

Das ältere Stadium der Zahnentwicklung (Abb. b) am Unterkiefer des Rindes 388 zeigt, obwohl schon mit deutlichen Wurzelästen ausgerüstet und mit nach unten abgeschlossener Pulpahöhle versehen, die Züge einer ganz entsprechenden Organisation. Die beiden Kundengrubenwandflächen mit ihren Schmelzsubstanzumfassungen zeichnen sich durch eine starke Pigmentierung des Wandmaterials aus, die freilich durch den Schnittprozess teilweise sekundär wieder entfernt worden ist, sodass die weissliche Schmelzschicht zum Vorschein kommt. Um die Kunden herum ist reichlich Dentin abgelagert, sodass die frühere Pulpahöhle bis auf einen einheitlichen untern Bezirk mit Hartschubstanz, die auch den Wandungen der Wurzeläste anliegt, erscheint. Der schiefen Stellung der Kundenwände und der gewählten Schnittrichtung zufolge, gelangen die Dentinmassen um die Kundengrubengründe herum in den proximalen Teilen zum Anschnitt, sodass an Stelle des Schmelzes das Dentin erscheint.

Zur Demonstration des Verhältnisses der Kundengruben innerhalb der ganzen Zahnanlage und zur Illustration der Beziehungen der die Kunden aufbauenden Hartmassen zur

Organisation der Kaufläche und zur Darstellung ihres Aufbaues aus Hartschubstanzen, führen wir in Abbildungen noch drei Molarzähne mo.2 (Textfig. 9, Abb. a, b, c und c') auf, deren hintere Zahnkomponente durch einen labio-lingualen Längsschnitt aufgeteilt worden ist, so dass nach Entfernung des Endteilstückes das Fragment aus der ersten Komponente des Zahnes und einer Teilhälfte des mit dieser verbundenen zweiten Bechers zu sehen ist. Da die Darstellungen so gehalten sind, dass die Wiedergabe nicht nur die Schnittfläche des Zahnes bildlich behandelt, sondern zugleich auch die distale Partie des ersten Bechers, so kann leicht festgestellt werden, wie die in der Kaufläche auslaufenden distalen Endpartien der Becher baulich sich zur Innenkonstruktion des Zahnes verhalten.

Am Molar mo.2 des Unterkiefers von Rind 408 (Textfig. 9, Abb. a) wird die Kaufläche noch von je zwei schmalen, verjüngt aussehenden und ungleich langen, durch eine Grubenspalte (Kundengrube) voneinander getrennten Becherwandenteilen dargestellt, wodurch die Kaufläche zwischen der 1. und 2. Zahnkomponente eine talförmige Einkerbung erhält.<sup>1</sup>

Man sieht auf unserem labio-lingualen Längsschnitte zum ersten in der Mitte die Wandung der Kundengrube bis tief nach der Basis des noch wurzellosen Zahnes hinunterreichen und einen engen Raum umschliessen, wogegen der sich öffnende distale Teil den Eingang in die Kundengrube darstellt.

Zu beiden Seiten des Kundengrubeneinschnittes werfen sich die Falten des Zahnbechers auf, welche die auf der bukkalen und lingualen Seite verschieden weit reichenden Wände des Zahnbechers repräsentieren. In die durch die Kunde getrennten Faltenhöhlräume (Faltenwürfe) reicht das durch die Grube geteilte Pulpagewebe hinein, stösst seitlich und distal an die zur Zeit noch unbedeutend dick abgesetzten Dentinschichten und dringt in hochgezogenen Gewebekegeln bis nach den Endteilen der freien Kanten der Becherwände vor, weitere Hartmassen den bestehenden allmählich zuführend.

Der Durchschnitt durch die lingual gelegene Wandfalte bringt auch deutlich zum Ausdruck, dass ein verschiedenartiges Lumen im Becherinnern in bezug auf den Durchmesser des Zahnhohlraumes besteht, indem dieser in der Mitte des Bechers am grössten, gegen die Seitenränder der Längswand des Zahnes dagegen am kleinsten ist, was mit der Bildung einer Hauptleiste in der Mitte jedes Zahnbechers zusammenhängt, die durch Ausbuchtung der Wandteile nach aussen und nach dem Grubeninnern zustande kommt. (Wir haben am vorliegenden Schnittpräparat das Pulpagewebe aus der lingualen Wandhälfte des Zahnbechers entfernt, um die Anlagen der Hartbildungen in diesem Zahnabschnitt zu zeigen, während wir auf der bukkalen Zahnhälfte die Pulpasubstanz als Füllmasse im Zahninnern belassen). Man sieht auf der bukkalen und lingualen Wandhälfte des Zahnes die Dentinabscheidungen am kräftigsten im Bereich des distalen freien Zahnrandes durchgeführt und

BECKERT (1933) hat die Kunden bzw. die Schmelzeinstülpungen auf die Zementfüllung hin untersucht und festgestellt, dass diese meist auf Bildungsanomalien zurückzuführen sind. Viele Zementfüllungen zeigen eine Hypoplasie ihres proximalen Endes, die dadurch zu erklären ist, dass das Zahnsäckchen (vermutlich durch frühzeitigen Durchbruch des Zahnes) unvermögend geworden ist. Die Zementfüllung der vorderen Schmelzeinstülpung der Mo. 1-Anlage, sagt BECKERT, und wir können diese Beobachtung nur bestätigen, ist stets dunkler gefärbt als die der hinteren. Bei den Mo. 2- und Mo. 3-Anlagen ist ein gleiches Verhalten sehr häufig, was BECKERT wieder mit der Beobachtung verbindet, dass die vordere Zahnhälfte das Zahnfleisch eher durchbricht als die hintere und damit ihre Zementfüllung früher mit den färbenden Futtermassen in Berührung kommen. BECKERT bestreitet, dass die Kronen der Prämolaren des Unterkiefers, wie BAUM allgemein für die Wiederkäuer angibt, ohne Zementausbildung seien. Der allerdings relativ dünne Belag gehe an den der Abnützung am meisten ausgesetzten Stellen frühzeitig verloren.

In bezug auf die Zementfüllungen der Kunden äussert sich BECKERT (1933), dass fast allen an der Kaufläche sichtbaren Zementinseln gemeinsam ist, dass sie mehr oder weniger feine, meist mit Futterteilchen.. verstopfte Öffnungen tragen, die ihnen.. ein feinkörniges Aussehen geben. Dabei handelt es sich um einen nekrotischen Zerfall des Zementgewebes. BECKERT hat kein einziges Mal gesehen, dass auch der Schmelz der Schmelzeinstülpung angegriffen wird... Die «Zementfüllung» erreicht übrigens das Distalende nicht.

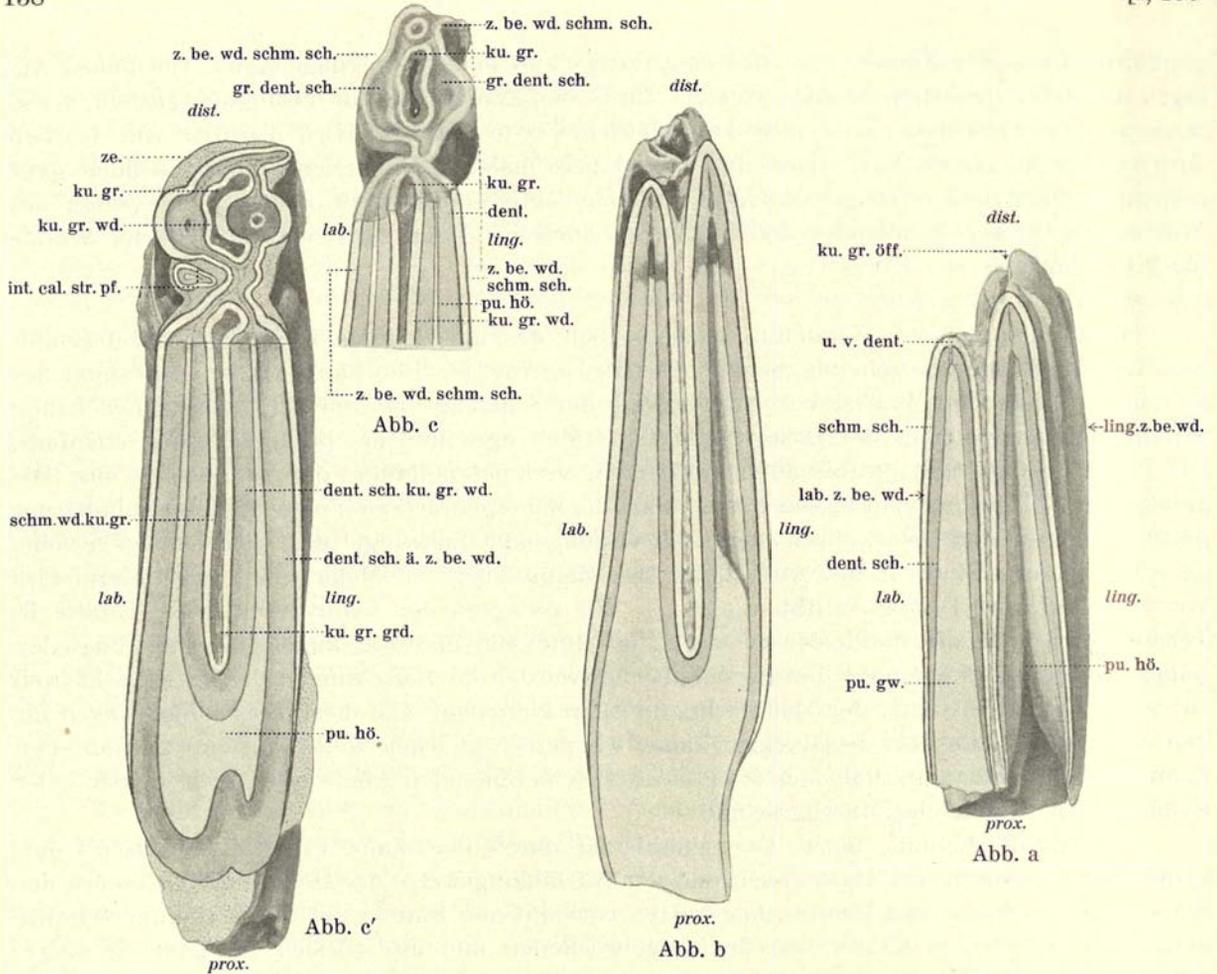
gegen die Basis des Zahnes hin am wenigsten weit in der Entwicklung voran. Die neuen Anlagen an Materialsubstanz werden von der Basis des Zahnes aus zur Verfügung gestellt, weswegen die ältesten, am meisten verkalkten Materialien immer am freien Zahnende anzutreffen sind. Im untern proximalen Zahnbereich sind denn auch ganz allgemein die Zonen des eigentlichen Wachstums enthalten, und zwar sowohl die Zonen des Wachstums für den Zahnbecher als solchen als auch die Zonen für das Wachstum der Wände der Kundengrube.

Ganz entsprechende Verhältnisse zeigt auch der auf den Molar  $\overline{\text{mo.2}}$  am Unterkiefer des Rindes 392 sich beziehende Schnitt (Textfig. 9, Abb. b). Der Zahn zeigt das Resultat des an ihm stattfindenden Wachstums. Achsenlänge der Kundengrube und Zahnachsenlänge haben bedeutend zugenommen, die Dicke des Schmelzüberzuges und die Dentinschichten ebenfalls. Die Pulpasubstanz füllt die bis anhin noch nicht verkalkten Räume der Zahnbecher aus. Die zufolge der Ablagerung von Dentinsubstanz einander nähergebrachten Innenwände der Zahnbecher umschliessen in Form stark nach oben sich verjüngender Spitzkegel das weiche Pulpagewebe.

Das älteste Stadium der Ausbildung des Zahnes liegt im Molar  $\overline{\text{mo.2}}$  des Unterkiefers von Rind 441 vor (Textfig. 9, Abb. c und c'). Wir zerlegten den Zahn durch zwei Schnitte in Teilstücke. Durch die durch Molar  $\overline{\text{mo.2}}$  bei Rind 408 und 392 angelegten labio-lingualen Längsschnitte durch einen der beiden Zahnbecher werden die Beziehungen der Hartteilschichten zur vorliegenden Struktur der Mahlfläche am Zahn klargelegt. Um diese Beziehungen auch für den Zahn des Rindes 441 festzulegen, haben wir den in gleicher Weise längsdurchschnittenen Zahn noch an einer unterhalb der Mahlfläche sich befindenden Stelle quer, d. h. in paralleler Richtung zur Mahlfläche, durchgeschnitten.

Das Mahlflächenbild bzw. Querschnittsbild durch den Zahn (Textfig. 9, Abb. c') entspricht der Verteilung der Hartmassen und der Ausbildungsweise der Hohlräume im Innern des Zahnes. Die in Form von Umgrenzungsleisten vorhandenen Kanten um die Becherquerschnitte herum sind die freien Randstellen des aufgebrochenen und am distalen Becherrande umgeschlagenen eröffneten Schmelzmantels, der ebenfalls von einer Schmelzleiste umfasste Ovalkreis in seiner Einfassung der freiliegende, aus Schmelz bestehende Rand der als Kunden grubenwandauskleidung auftretenden Schmelzschichten, wobei die nach der bukkalen Seite hin feststellbare Einbiegung dieses Saumes am Kundenquerschnitte durch die nach dem Lumen der Kunde gerichtete Ausbuchtung der innern Becherwand zur Ausbildung der mittleren Wandleiste des Bechers hervorgerufen wird.

Wenn man die in funktionellem Gebrauch stehende Kaufläche unseres Molars betrachtet, so fällt auf, dass bukkal und lingual das den Kundenquerschnitt umgebende Dentin immer eine leichte rundlich umgrenzte Delle zeigt (Abb. c). Diese Erscheinung hängt mit der durch den Abnützungs- und Abschleifungsprozess bedingten Oberflächenvergrößerung der Mahlfläche zusammen, die je weiter die Faltenwürfe durch diese Vorgänge abgetragen werden, zufolge der konischen Gestalt des Zahnes einen immer breiteren Querschnitt erhält. Werden nun die Umbiegungsstellen der Schmelzfalten beider Zahnbecherwände, die ursprünglich ganz aus Schmelz bestehen, genügend angeschliffen, so tritt zwischen den Schmelzrändern eben das weichere Dentin in Erscheinung, das leichter abtragbar ist und deshalb gegenüber der Oberfläche zurückgezogen (erwähnte Dellen!) erscheint. Auf tiefer gelegten Querschnitten (Abb. c') erscheinen die konisch auslaufenden Dentinkegel, die in der Achse noch je von einer aus Pulpagewebe und gegen den Rand hin aus un- oder wenig verkalktem Dentin bestehenden, ebenfalls nach oben hin konisch zugespitzten Gewebesäule durchstossen werden, in grösserem Querschnitt, der dann im Innern eine Lochstelle zeigt, die dem verbliebenen Raum der Pulpamasse entspricht. Auf diese Weise erscheint dann das Strukturbild kompliziert. Die Entwicklungsgeschichte aber vermag auch in diesem Fall es in allen Teilen klarzulegen.



**Textfigur 9**

Längsschnitte durch den Molar  $\overline{mo. 2}$  am Unterkiefer verschiedenaltiger Rinder.

Bukko-lingual geführte Längsschnitte durch die Mitte der Kundengrube des zweiten Zahnbechers. Erster Zahnbecher in toto.

Abb. a) Bukko-lingualer Längsschnitt durch den Molar  $\overline{mo. 2}$  am linken Unterkiefer des Rindes 408, Geschl. —, ca. 9 Monate alt.

Abb. b) Bukko-lingualer Längsschnitt durch den Molar  $\overline{mo. 2}$  am linken Unterkiefer des Rindes 392, ♂, angeblich 1 Jahr und 6 Monate alt.

Abb. c) und c') Bukko-linguale Längsschnitte durch den Molar  $\overline{mo. 2}$  am linken Unterkiefer des Rindes 441, ♂, angeblich 3 Jahre alt.

Abb. c) distales Endstück des längs durchschnittenen Zahnes mit der Kaufläche des vorderen Zahnbechers und mit durchschnittener hinterer Zahnkomponente.

Abb. c') Proximaler Endabschnitt, längs durchschnitten, des in Abb. c) wiedergegebenen Endteiles, von diesem mittelst Querschnitt getrennt. Querschnitt durch den ersten und Quer- und Längsschnitt durch den zweiten Zahnbecher, in der Schnittkante sich treffend.

dist.	= distal	ku. gr.	= Kundengrube
prox.	= proximal	ku. gr. grd.	= Kundengrubengrund
lab.	= labial oder bukkal	ku. gr. öff.	= Kundengrubenöffnung
ling.	= lingual	ku. gr. wd.	= Kundengrubenwand
dent.	= Dentin	lab. z. be. wd.	= labiale Zahnbecherwand
dent. sch.	= Dentinschicht	ling. z. be. wd.	= linguale Zahnbecherwand
dent. sch. ä. z. be. wd.	= Dentinschicht, äussere Zahnbecherwand	pu. gw.	= Pulpagewebe
dent. sch. ku. gr. wd.	= Dentinschicht an der Kundengrubenwand	pu. hö.	= Puipahöhle
gr. dent. sch.	= grubenartige Vertiefung in der Schmelzmantelfalte	schm. sch.	= Schmelzschicht
int. cal. str. pf.	= Strebepeiler, zwischen den beiden Zahnbechern	schm. wd. ku. gr.	= Schmelzwand, Kundengrube
		u. v. dent.	= unverkalktes Dentin
		z. be. wd. schm. sch.	= Zahnbecherwand, Schmelzschicht
		ze.	= Zement

Die Dentinschichten an den Zahnwänden sind nunmehr mächtiger geworden. Die auf dem labio-lingualen Längsschnitte zwischen diesen Hartwänden liegenden, mit dem Pulparaum zusammenhängenden und mit Weichmassen der Pulpa erfüllten Räume erscheinen reduziert.

*cc) Der Molar  $\overline{\text{mo.3}}$ .*

Die der Untersuchung zur Verfügung stehenden Entwicklungsstadien des 3. hinteren Backenzahnes  $\overline{\text{mo.3}}$  lassen erkennen, dass derselbe eine dreikomponentige Anlage repräsentiert.<sup>1</sup>

*Der Molar  $\overline{\text{mo.3}}$  am Unterkiefer des Rindes 410, ♂, sicher 9 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 48 und 49.

Rind 410 zeigt bei makroskopischer Betrachtung den Zahn anscheinend noch aus zwei Komponenten bestehend (Fig. 48 und 49). Die dritte, hinterste Komponente ist in der Anlage, wie wohl bereits vorhanden, kaum sichtbar. Die beiden vordern Komponenten, Komponente 1 und 2 des Zahnes, lassen die gewohnte Becherform in allen Teilen leicht erkennen. Die bukkalen und lingualen Wände eines jeden Bechers bilden zwei in labio-lingualer Richtung zusammengepresste Kelche, die, ein jeder für sich, der Hauptsache nach aus zwei die beiden Becher aufbauenden «Dentinscherbchen» bestehen, die an der Basis entsprechend geformten Weichteilen aufsitzen (Fig. 49).

*Der Molar  $\overline{\text{mo.3}}$  am Unterkiefer des Rindes 391, ♀, sicher 1 Jahr alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 50 und 51.

Rind 391 zeigt Molar  $\overline{\text{mo.3}}$  am Unterkiefer bereits in einer weiter fortgeschrittenen Phase der Entwicklung (Fig. 50 und 51). Die drei Komponenten der Zahnanlage sind nunmehr mit aller Deutlichkeit wahrzunehmen. Die einzelnen Kelche sind länger geworden, die dritte Komponente ist auch makroskopisch als unverkennbarer Bestand und als Teilhälfte eines kompletten Bechers ausgebildet, wobei die Entwicklung gleichsam nur an der einen (bukkalen) Wand des Bechers zur Entfaltung gelangt, während die andere, linguale Wand entwicklungsgeschichtlich entweder nur in der Anlage erscheint oder in der Entwicklung unterdrückt wird.

*Der Molar  $\overline{\text{mo.3}}$  am Unterkiefer des Rindes 392, ♂, angeblich 1 Jahr und 6 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 52, 53 und 54.

Am Unterkiefer des Rindes 392 erscheint Molar  $\overline{\text{mo.3}}$  gegenüber dem nämlichen Zahn bei Rind 391 im Wachstum weiter fortgeschritten (Fig. 52, 53, 54). Die beiden zur Entwicklung gelangenden Becher am Zahn sind bedeutend länger geworden. Die nur als einfache Hartleiste entwickelte dritte Komponente des Zahnes hält mit dem allgemeinen Wachstum der Einzelteile der Anlage Schritt, bleibt aber zunächst der am wenigsten entwickelte Teil der Anlage. Bei Betrachtung der bukkalen Zahnfläche sieht man eine zwischen dem zweiten Zahnbecher und der hinteren Hartleiste des Zahnes emporstrebende weitere Hartsäule (Zwischenstrebepeiler), die die Höhe der Hartsäule zwischen dem ersten und zweiten Zahnbecher allerdings noch nicht erreicht. Bei Betrachtung der lingualen Wandfläche des Zahnes treten neben den Hauptleisten an den einzelnen Becherwänden die Seitenleisten mit gleicher Deutlichkeit auf, deren Zugehörigkeit zu jeder einzelnen Becherwand leicht feststellbar ist. So erkennt man z. B. das

HOLLAENDER (1897), gibt folgende Beschreibung vom letzten Molar im Unterkiefer: «Bei allen wirklichen Ruminantiern besitzt der letzte untere Molaris noch einen dritten Lappen und die äussere Kontur der ganzen Zahnreihe wird dadurch etwas unregelmässig, dass der mesiale Rand jedes Zahnes etwas mehr nach aussen vorsteht als der distale Rand seines Vorderzahnes.» Im übrigen aber tat der Autor einen Ausspruch, der an die Notwendigkeit appellierte, dem Objekt vermehrte Aufmerksamkeit in der Forschung zu schenken: «Man kennt die Struktur der Zahngewebe bei den Ungulaten zu wenig, um sie in einem elementaren Werke zu erwähnen.»

Zusammentreten der beiden Seitenleisten an den seitlichen Teilen der Zahnkomponenten ohne weiteres, da an der Verbindungsstelle eine Übersichtung eines Teiles über den andern oder eine verwischte oder unvollkommene, einseitige Leistenentwicklung noch nicht ausgesprochene Erscheinungen sind.

Instruktiv ist eine Betrachtung der zukünftigen Kaufläche des Zahnes. Man sieht mit aller Deutlichkeit an der ersten und zweiten Zahnkomponente die schlitzartige Eingangsöffnung in die Kundengrube (Fig. 54), die an den einzelnen Zahnkelchen an der lingualen Zahnfläche auftretenden Wandoberflächenvergrößerungen in Form von «Wandleisten» und die einfach bleibende dritte Komponente, die nicht in Becherform angelegt ist, und die an der Wandbegrenzung eine leichte Vertiefung nur zufolge der im Abnützungsprozess leicht erweichenden Dentinsubstanz gegenüber der Schmelzmasse aufweist.<sup>1</sup>

Der Zahn hat die Wurzeläste noch nicht ausgebildet.

*Der Molar  $\overline{\text{mo.3}}$  am Unterkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. B, Fig. 55, 56 und 57.

Am Unterkiefer des Rindes 442 hat der dritte Molar die Form des fertig entwickelten Zahnes erlangt (Fig. 55—57). Soweit die Entwicklung sich auf die beiden ersten Zahnkomponenten bezieht, liegen ganz entsprechende Verhältnisse vor, wie bei Rind 443 am Molar  $\overline{\text{mo.2}}$  des Unterkiefers (vide nochmals Taf. B, Fig. 45 und 46). Molar  $\overline{\text{mo.3}}$  weist im Gegensatz zu Molar  $\overline{\text{mo.2}}$  eine dritte, gegenüber den beiden vordern Komponenten aber in der Anlage inkomplette, in der Entwicklung auf alle Fälle unvollständig ausgebildete Komponente auf, die einer Wandseite eines Bechers gleicht und als ein leistenartiger, akzessorischer Bestandteil des Zahnes sich in die Reihe der vordern, zu regelrechten Bechern formierten Komponenten stellt.

Über die Innenstruktur des letzten Molaren, Molar  $\overline{\text{mo.3}}$ , orientiere eine Serie von Querschnitten, welche das Strukturbild der Kaufläche an einzelnen Schnittstücken zur Veranschaulichung bringt (Textfig. 10, Abb. a bis d), Molar  $\overline{\text{mo.3}}$ , Rind 442.

An den beiden ersten einander folgenden Schnittpräparaten (Abb. a und b), welche Ansichten der distalen Fläche der Querschnittsteile wiedergeben, kommt in der Zunahme der Schnittgröße, die kegelförmige nach dem distalen Zahnende hin verjüngte Bauform des Zahnes

Es ist das Verdienst JOEST'S (1915), auf die beim Einhufer bestehende grosse Unterschiedlichkeit zwischen einem jugendlichen, in Bildung begriffenen Zahn und einem in der Struktur der Reibfläche durch die Abnützungsprozesse beeinflussten Definitivzahn hingewiesen zu haben:

«Das distale (Kau-) Ende wird stets in Form einer durch den Gebrauch der Zähne abgeschliffenen Fläche (Reibfläche, Kaufläche) beschrieben, die einen Querschnitt der Zahnsäule darstellt, der je nach dem Grad der Abnutzung, auch je nach dem Alter des Pferdes somit, bald höher, bald tiefer liegt.

So anschaulich das Querschnittsbild der Kaufläche die Faltung des Schmelzes und die Lagerung der Zahnsubstanz zueinander zeigt, so wichtig in praktischer Hinsicht die abgeriebene und in fortwährend weiterer Abnutzung begriffene Kaufläche ist, so stellt sie beim Pferde doch nicht das ursprüngliche, natürliche, nicht das genuine distale Ende des Zahnes dar.

Die Berücksichtigung des letztern in der anatomischen Darstellung der Zähne des Pferdes ist aber nicht nur der Vollständigkeit wegen, sondern auch deshalb notwendig, weil das distale Zahnende entwicklungsgeschichtlich (phylogenetisch und ontogenetisch) den ältesten Teil des Zahnes darstellt und weil von ihm aus jene Faltungen des Zahnbeines sich vollziehen, durch die der eigenartige, verwickelte Aufbau der schmelzfaltigen Pferdebackzähne gekennzeichnet ist».

In Übereinstimmung mit unsern Feststellungen am Wiederkäuierzahn weist JOEST darauf hin, dass das genuine Ende des Pferdebackenzahnes keine Fläche darstellt, zumal es aus den ungleich hohen, abgerundeten, mit Zement überkleideten Kuppen der Schmelzfalten besteht, die durch tiefe Einsenkungen getrennt sind.



lab.	= labial bzw. bukkal	hi.	= hinten
ling.	= lingual	vo.	= vorn
dent.	= Dentin		
hi. wu.	= hinterer Wurzelast aus der Verlängerung des Pulpahohlraumes des zweiten Bechers und der dritten Zahnkomponente		
hpt. l. z. be. 1	= Hauptleiste an der lingualen Wand des Zahnbechers 1		
hpt. l. z. be. 2	= Hauptleiste an der lingualen Wand des Zahnbechers 2		
int. cal. str. pf. (I)	= interkalikärer Strebepfeiler (I)		
ku. gr. grd.	= Grund der Kundengrube (mit periferem Dentin)		
ku. gr. z. be. 1	= Kundengrube am Zahnbecher 1		
ku. gr. z. be. 2	= Kundengrube am Zahnbecher 2		
lab. pu. ho. r. z. be. 1	= labialer bzw. bukkaler Pulpahohlraum am Zahnbecher 1		
lab. pu. ho. r. z. be. 2	= labialer bzw. bukkaler Pulpahohlraum am Zahnbecher 2		
ling. pu. ho. r. z. be. 1	= lingualer Pulpahohlraum am Zahnbecher 1		
ling. pu. ho. r. z. be. 2	= lingualer Pulpahohlraum am Zahnbecher 2		
pu. hö.	= Pulpahöhle		
pu. ho. r. ko. 3	= Pulpahohlraum an der Komponente 3 des Zahnes		
pu. hö. z. be. 1	= Pulpahöhle am Zahnbecher 1		
pu. hö. z. be. 2	= Pulpahöhle am Zahnbecher 2		
pu. hö. ko. 3	= Pulpahöhle in der Komponente 3 des Zahnes		
z. s. l. be. 1	= Seitenleiste an der Zahnbecherwand des Zahnbechers 1		
s. str. pf. (I)	= Strebepfeiler I		
s. str. pf. (II)	= Strebepfeiler II		
schm. sch. z. be.	= Schmelzschicht an der Zahnbecherwand		
u. v. dent.	= un- oder wenig verkalktes Dentin		
vo. wu.	= vorderer Zahnwurzelast		
v. dent.	= verkalktes Dentin		
z. ko. 1	= Zahnkomponente 1		
z. ko. 2	= Zahnkomponente 2		
z. ko. 3	= Zahnkomponente 3		

zum Ausdruck. Man sieht die beiden Zahnbecher von einer gemeinsamen Schmelzschicht umfaßt, und man sieht die nach hinten am Zahn sich anschliessende weitere Zahnkomponente, die aber keinen kompletten Becher mehr darstellt, sondern höchstens nur der einen Wandhälfte, wenigstens der Ausbildungsform nach eines mit einer Kundengrube ausgerüsteten Zahnbechers gleichzusetzen ist, indem die andere Hälfte der Becherwand an der letzten Komponente nicht zur vollen Ausbildung gelangt.

Das dritte Teilstück (Abb. b) zeigt an den beiden Kunden der Becher 1 und 2 die von der lingualen Seite her gegen die Kundenlumina gerichteten starken Vorwölbungen der Zahnbecherwände und ausserdem eine zwischen beiden Bechern feststellbare Ausfaltung auf der bukkalen Seite, welche dem Durchschnitt des interkalikären Stützpfelers entspricht.

Die proximale Schnittfläche desselben Teilstückes (Abb. b') zeigt nur noch den Durchschnitt des Endteiles der Kunde von Becher 2. Der Kundengrubenschlitz ist eng und schmal geworden. Man sieht aber, wie um den Grund der Kunde noch ein mächtiger Hartsubstanzmantel aus Dentin ausgebildet ist.

Nun folgen Schnitte, welche sich auf das Wurzelgebiet beziehen (Abb. c, c' und d), und wir sehen einen weiltumigen Wurzelast auf der vorderen Seite des Zahnes im Bereich des ersten Zahnbechers und einen mittelständigen Wurzelast im Bereich des zweiten Zahnbechers, in den aber auch die Wurzel der dritten Komponente einbezogen ist (dreikästige Wurzel).

Drei Querschnitte durch einen noch weniger weit in der Entwicklung fortgeschrittenen Molar mo. 3 am Unterkiefer des Rindes 392 zeigen Strukturbilder, die den besprochenen ähnlich sind (Textfig. 11, Abb. a—c). Die Kundengruben weisen aber hier noch ein weiteres Lumen auf. Die innerhalb der beiden Becher und der dritten Komponente ausgebildeten

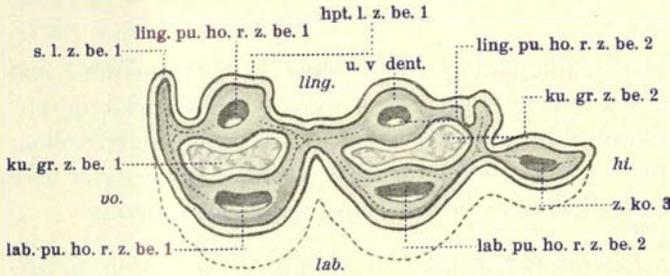


Abb. a

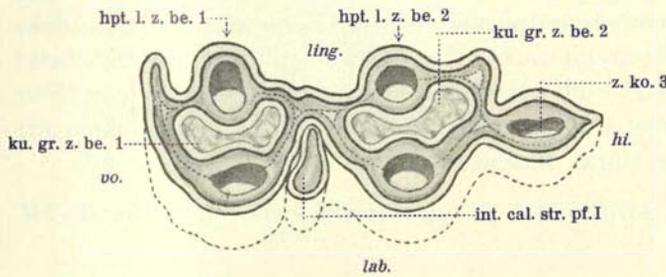


Abb. b

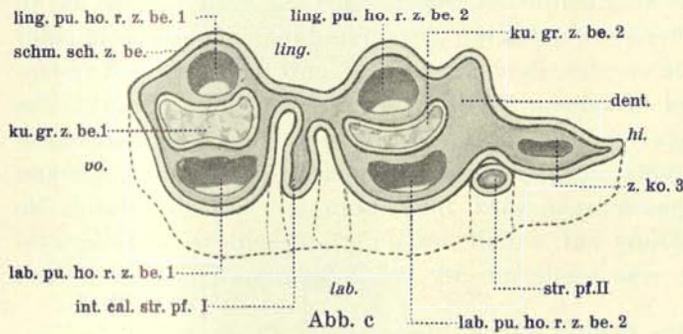


Abb. c

Hartschubstanz- bzw. Dentinmassen sind aber, entsprechend den weniger umfangreichen Querschnitten und den weniger weit in der Entwicklung fortgeschrittenen Zahnbecherbelägen in weit dünneren Lagen abgesetzt, indem noch grössere Massen von interdentinärem bzw. interprädentinärem Gewebe (Pulpagewebe) vorliegen, das wir aber entfernt, so dass jene Stellen unausgefüllt erscheinen und auf den Querschnitten dem Beschauer als Foramina entgegentreten.

**Textfigur 11**

Drei Querschnitte durch den Molar mo. 3 des linken Unterkiefers von Rind 392, ♂, angeblich 1 Jahr und 6 Monate alt.

Abb. a) 2. Zahnteilstück (vom distalen Ende an gerechnet) mit distaler Schnittfläche.  
Abb. b) 3. Zahnteilstück mit distaler Schnittfläche.

Abb. c) 4. Zahnteilstück mit distaler Schnittfläche.

Die Abkürzungen, die sich auf die einzelnen Teile der in den Figuren enthaltenen Zahnquerschnitte beziehen, sind in der Legende zur vorangehenden Textfigur (Textfig. 10) erklärt.

## B. Die Untersuchungen an den Zähnen des Dauergebisses

### 1. Die definitiven Zähne des Oberkiefers

#### a) Die Prämolaren

##### aa) Der Prämolar Pr. 2

Der Prämolar Pr. 2 des definitiven Gebisses am Oberkiefer ist ein einkomponentiger, einfacher Becherzahn.<sup>1)</sup> In dieser Beziehung stimmt er also mit seinem Vorgänger, dem Prämolar pr. 2<sup>d</sup> der Milchdentition, überein.

<sup>1)</sup> Die einfache Zahnformation der Definitivprämolaren gegenüber den Molaren des Milchgebisses ist schon frühzeitig aufgefallen. HOLLAENDER, L. (1897) äussert sich auf Seite 244 seiner Arbeit wie folgt: «Es ist charakteristisch für die artiodactylen Ungulaten, dass die Prämolarröhne (gemeint sind offenbar die Zähne der zweiten Dentition) eine viel einfachere Form als die Molarzähne besitzen. Man kann sagen, dass bei den Ruminantiern jeder einzelne Prämolaris wie ein halber Molaris aussieht.»

*Der Prämolare Pr.2 am Oberkiefer des Rindes 390, ♀, 1 Jahr und 3 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 1 und 2.

Schon auf relativ frühen Stadien der Entwicklung zeigt der Prämolare Pr.2 am Rind 390 die beiden Wände des in sich eingestülpten Zahnbeckers in Hartschubstanz am Oberkiefer abgesetzt (Fig. 1 und 2). In den basalen Teilen sind allerdings die Wände der Anlage noch weich. Eine Dentinabscheidung ist daselbst noch nicht wahrzunehmen, doch ist die Bechernatur der Anlage unzweifelhaft und schon auf frühen Stadien der Entwicklung augenscheinlich.

*Der Prämolare Pr.2 am Oberkiefer des Rindes 401, Geschl. —, 1 Jahr und 3 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 3–5.

Bei Rind 401 ist der einfache Becher des Prämolars Pr.2 dadurch charakterisiert, dass die flache, bukkale Becherwand bereits deutlich entwickelt ist und eine ansehnliche Dicke besitzt, während die linguale Wand des Beckers noch relativ recht dünnwandig erscheint (Fig. 3 und 4). Die bukkale Becherwand zeigt einen Hauptkamm (Fig. 5). Auch in der Höhe sind die beiden Zahnbecherwände verschieden (Fig. 4). Schon auf diesem frühen Stadium der Entwicklung fällt der Zahnbecher durch die starke massige Anlage seiner Wandteile auf.

*Der Prämolare Pr.2 am Oberkiefer des Rindes 393, ♂, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 6–8.

Rind 393 zeigt den Zahnbecher des Prämolars Pr.2 bereits im Definitivgebiss in solider Form. Hauptkamm und vorderer Nebenkamm an der bukkalen starken Becherwand sind mit aller Deutlichkeit wahrzunehmen. Durch die beträchtlichen Oberflächenvergrößerungen, die in Form von Wandleisten an der bukkalen Becherwand auftreten (Fig. 6) und ihr Gegenstück in einer entsprechenden Auswölbung nach dem Lumen des Beckers an der entsprechenden Kundenwandseite zeigen, wird der Becherhohlraum in seinem Volumen wesentlich eingeschränkt. Die Eingangsöffnung der Kundengrube erscheint daher frühzeitig in Form eines von vorn nach hinten verlaufenden, nach der linguale Seite ausgebogenen Schlitzes, der von den starken Rändern der Zahnbechergrube allseitig eingeschlossen wird. Im Zahninnern tritt eine durch die Bechereinstülpung bedingte innere Wulstbildung auf, womit der innere, geschlossene Hohlraum des Zahnes eine gewisse Einteilung erfährt, was wiederum der Wurzelbildung Vorschub leistet.

*Der Prämolare Pr.2 am Oberkiefer des Rindes 388, ♀, angeblich 2 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 9–12.

Rind 388 zeigt den zweiten Prämolaren des definitiven Gebisses am Oberkiefer in stärkerer Ausprägung (Fig. 9, 10 und 12) als beim Rind 393. Besonders kräftig entwickelt sind die Wandfalten an der bukkalen Becherwandung (Fig. 9). Auch zeigen sich bereits Ansätze der Wurzelbildung (Fig. 10 und 12). Betrachtet man die Wurzelfläche des Zahnes, so findet man mit Ausnahme einiger von Weichgewebe durchdrungener Stellen, die zur Ausbildung von Wurzelästen und zur Aufnahme der Wurzelpulpa vorgesehen sind, den Zahnboden kalkig und zementig abgesetzt. Deutlich treten bukkal von der durch den Zahn von vorn nach hinten gehenden Längsachse Stellen für den Ansatz eines vordern und hintern Wurzelastes auf, während linguale von dieser Achse eine breitere Ansatzstelle für einen starken linguale Wurzelast vorliegt.

*Der Prämolare Pr.2 am Oberkiefer des Rindes 397, Geschl. —, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 14–16.

Bei Rind 397 ist der Zahncharakter des Prämolars Pr.2 unverändert geblieben. Die einbecherige Form bleibt gewahrt (Fig. 14, 15 und 16). Eine weitere Komponente tritt nicht hinzu.

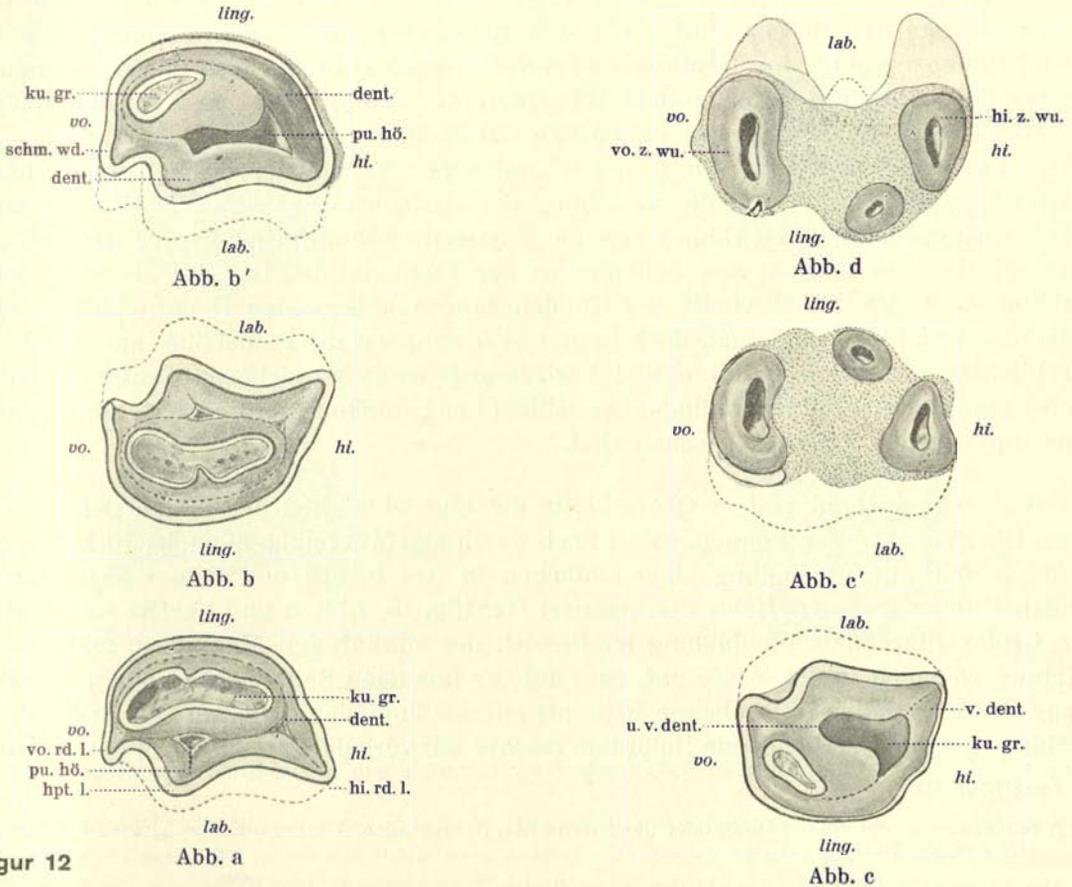
Der Zahnkörper ist da, wo er den Zahnleistenrand frei überragt, mit einem starken Schmelzbelag versehen.

Im Bereich der Ansatzstellen für die Wurzeln haben sich inzwischen Wurzeläste eingestellt.

*Der Prämolare Pr. 2 am Oberkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 17—19.

Bei Rind 442 hat der definitive Prämolare Pr. 2 bereits seine endgültige Ausbildung erlangt (Fig. 17, 18 und 19). Der Zahn repräsentiert ein ausserordentlich festes Hartgebilde mit einer einzigen Zahnbechereinstülpung. Die Wände des Zahnbeckers sind äusserst solid.



**Textfigur 12**

Serie von Querschnitten durch den Dauerprämolare Pr. 2 am Oberkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt. Schnittstücke mit proximaler bzw. distaler Schnittfläche. Die Teilstücke folgen sich in den Abbildungen so, wie sie in natürlicher Lage am Zahn aufeinander passen. Das erste Teilstück ist dabei das distale, das letzte das proximale Endstück.

- Abb. a) 1. Schnittstück, proximale Schnittfläche.
- Abb. b) 2. Schnittstück, distale Schnittfläche.
- Abb. b') 2. Schnittstück, proximale Schnittfläche.

- Abb. c) 3. Schnittstück, distale Schnittfläche.
- Abb. c') 3. Schnittstück, proximale Schnittfläche.
- Abb. d) 4. Schnittstück, distale Schnittfläche.

lab. = labial bzw. bukkal  
ling. = lingual

hi. = hinten  
vo. = vorn

dent. = Dentin (Zahnbein)  
hi. rd. l. = hintere Becherrandleiste  
hi. z. wu. = hintere Zahnwurzel  
hpt. l. = Hauptleiste  
ku. gr. = Kundengrube  
pu. hö. = Pulpahöhle

schm. wd. = Schmelzwand  
u. v. dent. = unverkalktes Dentin  
v. dent. = verkalktes Dentin  
vo. rd. l. = vordere Becherrandleiste  
vo. z. wu. = vordere Zahnwurzel

An der Kaufläche treten starke Schmelzabscheidungen auf, die namentlich der Verstärkung des freien Zahnbecherrandes auf der Bukkalseite dienen, während die Einschliffstellen in den zwischen den Schmelzschichten gelegenen und hier sich ausbreitenden, mit den weniger harten Dentinsubstanzmassen ausgefüllten Zonen auf eine leichter vor sich gehende Abtragung des baulichen Materials in diesen Gebieten beim Gebrauch der Kaufläche des Zahnes hinweisen.

Um den einkomponentigen Charakter des definitiven Prämolaren Pr. 2 noch mit einigen Querschnitten darzulegen, bringen wir aus einer Anzahl von Schnitten Schnittstücke in der proximalen und distalen Flächenaufsicht zur Reproduktion (Textfig. 12, Abb. a—c).

Am ersten Schnittstück (Abb. a), das den Querschnitt der proximalen Schnittfläche wiedergibt, erkennt man den Durchschnitt der von Schmelzbelag eingefassten Kundengrube. Dieser liegt nach innen allseitig eine Dentinschicht auf und ebenso breitet sich ein Dentinmantel an der innern Fläche des äussern Zahnschmelzüberzuges des Zahnbeckers aus. Zwischen den beiden Schichten ist das Pulpagewebe der Pulpahöhle eingekleilt.

Das zweite Schnittstück (Abb. b und b'), mit einer Ansicht der distalen und proximalen Schnittfläche zeigt in bezug auf die Verteilung der Hartsubstanzen ähnliche Verhältnisse.

Das dritte Schnittstück (Abb. c), das die proximale Schnittfläche in der Ansicht wiedergibt, bringt den Durchschnitt des Endteiles in der Kundengrube. Die der äusseren Schmelz-umkleidung und dem Durchschnitt des Kundengrundes anliegenden Dentinschichten sind in bemerkenswerter Dicke abgesetzt, doch breitet sich daneben die Pulpahöhle aus, die in direkter Verbindung mit den auf Abb. c' und d wiedergegebenen Wurzelästen steht, von denen ein stärkerer vorderer Ast mit bukko-lingual gestelltem Längsdurchmesser und zwei hintere, kleinere Lumina aufweisende Teiläste zu sehen sind.

Haben wir an Hand einiger Querschnitte die Einbecherigkeit des ersten definitiven Prämolaren (Pr. 2) nachweisen können, so sei noch durch einen in bukko-lingualer Richtung geführten Längsschnitt die Ausbildung einer einfachen in das Innere des Zahnes sich hineinprojizierenden Kundengrube am Zahn demonstriert (Textfig. 13, Abb. a und b). Die zur Ausbildung dieser Grube führende Faltenbildung im Bereich der zukünftigen Mahlfläche teilt das Innere des Zahnes räumlich in der Weise auf, dass auf der bukkalen Seite mehr Spatium für die Ausbreitung der Pulpahöhle frei gelassen wird, als auf der lingualen Seite, wo zu folgedessen der in der Zahnbecherwand verbleibende Hohlraum rascher mit verkalkter Dentinmasse ausgefüllt wird.

### Textfigur 13

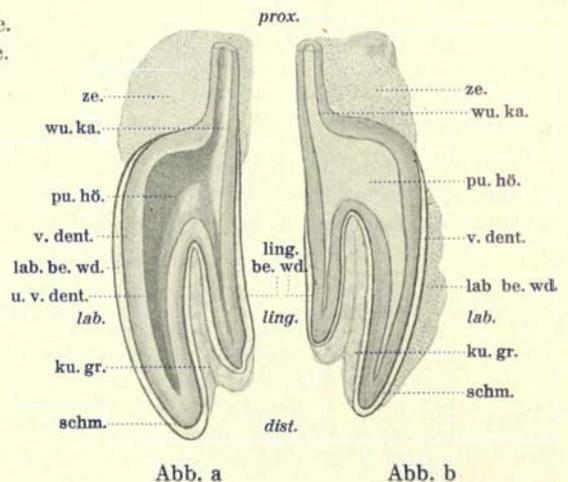
Prämolar Pr. 2 am linken Oberkiefer des Rindes 441, ♂, angeblich 3 Jahre alt, durch einen bukko-lingualen Längsschnitt in zwei Hälften geteilt.

Abb. a) vordere Teilhälfte. Ansicht der Schnittfläche.

Abb. b) hintere Teilhälfte. Ansicht der Schnittfläche.

dist. = distal  
 prox. = proximal  
 lab. = labial (bezw. bukkal)  
 ling. = lingual

ku. gr. = Kundengrube  
 lab. be. wd. = labiale Becherwand  
 ling. be. wd. = linguale Becherwand  
 pu. hō. = Pulpahöhle  
 schm. = Schmelz (substantia adamantina)  
 u. v. dent. = unverkalktes Dentin  
 v. dent. = verkalktes Dentin  
 wu. ka. = Wurzelkanal  
 ze. = Zement



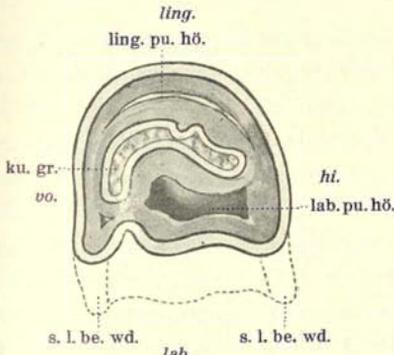


Abb. b'

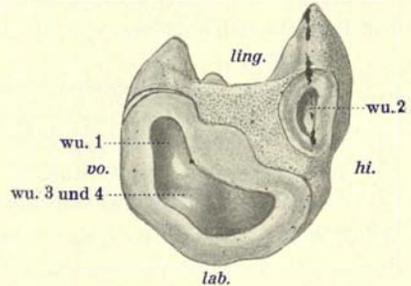


Abb. d

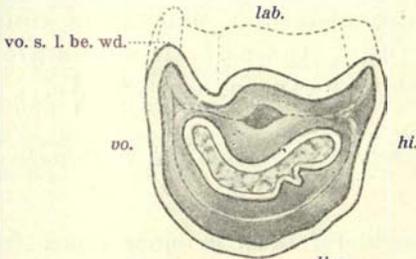


Abb. b

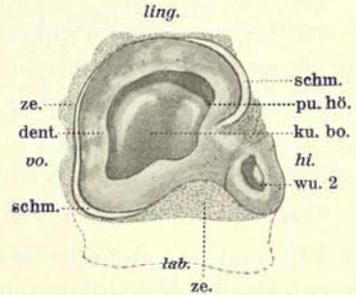


Abb. c'

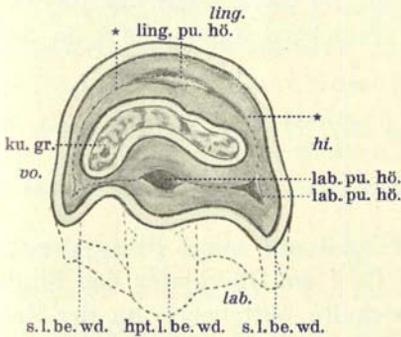


Abb. a

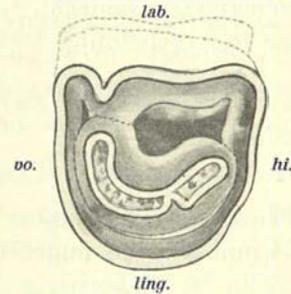


Abb. c

**Textfigur 14**

Serie von Querschnitten durch den Prämolare Pr. 3 am linken Oberkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt.

Schnittteilstücke mit Sicht auf die proximale bzw. distale Schnittfläche. Die in den Abbildungen a—d wiedergegebenen Zahnstücke folgen der Reihe nach aufeinander gemäss ihrer Lage am Zahn, wobei Abb. a das distale, Abb. d das proximale Endstück repräsentiert.

Abb. a) Erstes Schnittstück der Serie (vom distalen Rand des Zahnes begonnen) mit Sicht auf die proximale Schnittfläche.

Abb. b) Zweites Teilstück der Serie mit Sicht der distalen Schnittfläche.

Abb. b') Zweites Teilstück der Serie mit Sicht der proximalen Schnittfläche.

Abb. c) Drittes Teilstück der Serie mit Sicht der distalen Schnittfläche.

Abb. c') Drittes Teilstück der Serie mit Sicht der proximalen Schnittfläche.

Abb. d) Endstück der Serie (viertes Teilstück) mit Sicht der distalen Schnittfläche.

hi. = hinten

lab. = labial oder bukkal

vo. = vorn

ling. = lingual

\*\* = Zusammentreffen der Schichtlagen abgesetzten bzw. verkalkten Dentins in einer Lamelle weichen Grundgewebes als Fortsetzung der Pulpahöhle

dent. = Dentin

hpt. l. be. w. = Hauptleiste an der labialen Becherwand

ku. bo. = Kundenboden bzw. Kundenboden mit Ansicht der proximalen Aussenfläche der Kunde

ku. gr. = Kundengrube

lab. pu. hö.	=	labiale oder bukkale Pulpahöhle
ling. pu. hö.	=	linguale Pulpahöhle
schm.	=	Schmelzbelag
s. l. be. wd.	=	Seitenleiste an der labialen Becherwand
v. s. l. be. wd.	=	vordere Seitenleiste an der labialen Becherwand
wu. 1	=	vordere bukkale Wurzelasthöhle
wu. 2	=	hintere bukkale Wurzelasthöhle
wu. 3 und 4	=	vordere und hintere Wurzelasthöhle
ze.	=	Zement

### bb) Der Prämolare Pr. 3

Der Prämolare Pr. 3 des Definitivgebisses am Oberkiefer des Rindes zeigt ganz entsprechende Verhältnisse wie der Prämolare Pr. 2. Der Zahn ist einkomponentig, einbecherig, einfach gebaut. Im Strukturbild des Hartgebildes ist nichts zu finden, das auf eine Komplexität im Sinne eines zwei- oder dreibecherigen Zahnes hinweisen würde.

#### *Der Prämolare Pr. 3 am Oberkiefer des Rindes 401, Geschl. —, 1 Jahr und 3 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 20 und 21.

Rind 401 zeigt den definitiven Prämolaren Pr. 3 am Oberkiefer noch in einer Phase frühzeitiger Entwicklung. Makroskopisch ist nur die eine der beiden, die bukkale, der lingualen Becherwand vorausseilende Becherwand zu sehen, während die Anlage der lingualen Becherwand von Bindegewebe bedeckt, nur in Form eines verdickten Randsaumes an der Basis der ganzen Anlage in Erscheinung tritt.

#### *Der Prämolare Pr. 3 am Oberkiefer des Rindes 397, Geschl. —, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 22–25.

Rind 397 zeigt den Zahnbecher des Prämolaren Pr. 3 auf einer Stufe der Entwicklung (Fig. 22, 23, 24 und 25), die ungefähr derjenigen von Pr. 2 am Oberkiefer des Rindes 388 entspricht. Der Zahn ist einbecherig. Eine kräftig entwickelte Mittelleiste an der Zahnwand ist ausgebildet. Vorn und hinten sieht man an der bukkalen Becherwand die Seitenleisten. Der basal eröffnete Zahn (Fig. 25) kehrt dem Beschauer den Wulst der Einstülpung der Kunde in Form seines Umbiegungssaumes zu. Im Bereich des Zahnbodens deutet vordringendes Hartsubstanzgewebe auf eine Verkleinerung des innern Zahnraumes und auf eine dadurch bedingte Reduktion der Zahnpulpa hin. Ansätze für Wurzelastbildungen künden das spätere Auswachsen der Wurzeln am Zahne an.

#### *Der Prämolare Pr. 3 am Oberkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 26–28.

Rind 442 zeigt den definitiven Prämolaren Pr. 3 in fertiger Ausbildungsform (Fig. 26–28). Der Zahn ist dem Prämolaren Pr. 2 am Oberkiefer des nämlichen Tieres (Taf. C, Fig. 17–19) ähnlich. Unterschiedlich ist nur die Ausbildung der Wurzel, die hier aus vier Separatästen besteht, wovon zwei auf die bukkale, zwei auf die linguale Seite fallen, während sie am Prämolaren Pr. 2 des Oberkiefers nur aus drei starken Ästen aufgebaut ist.

Bei Betrachtung der Kaufläche zeigen sich deutlich die Kundengrube (Fig. 28) und an den distalen Rändern des Zahnbeckers die im abgeschliffenen Schmelz am Dentin sich zeigenden Effekte der Abnützung.

Eine Serie von Querschnitten illustriert den einbecherigen Charakter des Zahnes (Textfig. 14, Abb. a—c). Die einzelnen Querschnittstücke zeigen in bezug auf die Beschaffenheit des Querschnittsbildes Verhältnisse, die dem Prämolaren Pr. 2 bei Rind 442 entsprechen. Man beachte wiederum das Auftreten einer einzigen Kundengrube, deren Durchschnitt im Gesamtquerschnitt des Zahnes weitgehend Raum beansprucht. In den distalen Gebieten füllt das Dentin fast vollständig die zwischen der äusseren Schmelzwand und den Wänden der Kundengrube gelegenen Hohlräume aus. Wo die Trennungszone der der äusseren Schmelzwand des Zahnbechers und der Schmelzwand der Kundengrube anliegenden Dentinschichten im Querschnitt festzustellen ist, kommt es zur Aussparung kleinerer von Pulpagewebe bezogener Hohlräume und Spalten, wie sie beispielsweise am ersten Schnittstück im Bereich der Hauptleiste und der beiden Seitenleisten an der bukkalen Becherwand und im Bereich der Krümmung der lingualen Becherwand zu sehen sind, wo von unten her nach dem distalen Zahnrand hin sich verjüngende Kegel von Pulpagewebe zur Ausfüllung der Innenhöhlräume des Dentins vorschieben. Auf dem dritten Teilstück des Zahnes, auf seiner distalen und proximalen Schnittfläche (Abb. c und c'), tritt an diesen Stellen der Durchschnitt der Pulpahöhle auf, deren Füllmasse mit den erwähnten Weichkegeln im Zusammenhange steht. In die Pulpahöhle taucht der Becherboden der Kundengrube (Abb. c') ein, und in dieser Gegend gehen aus jener die Wurzeläste des Zahnes hervor (Abb. d).

#### cc) Der Prämolare Pr. 4

Dem Prämolaren Pr. 4 im definitiven Gebiss am Oberkiefer liegt der nämliche Typus in bezug auf den Aufbau des Zahnes zugrunde, wie den beiden besprochenen Prämolaren Pr. 2 und Pr. 3. Wiederum charakterisieren den Zahn Einbecherigkeit und Einfaltung der Zahnkegelspitze zur Ausbildung einer Kundengrube. Exstirpierte Einzelzähne einer Reihe von Rindern verschiedenen Alters illustrieren genügend die übereinstimmenden Züge in der Entwicklung und im ganzen Bau des Zahnes mit dem Verhalten der ihnen voraus-eilenden Prämolaren der ersten Dentition.

#### *Der Prämolare Pr. 4 am Oberkiefer des Rindes 393, ♂, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 29–31.

Die auf den Prämolaren Pr. 4 des Rindes 393 am Oberkiefer bezugnehmenden Abbildungen zeigen den Zahn in Form eines einfachen typischen Bechers (Fig. 29, 30 und 31). Die Kundenöffnung erscheint in Gestalt einer langen klaffenden Spalte (Fig. 30 und 31).

#### *Der Prämolare Pr. 4 am Oberkiefer des Rindes 388, ♀, angeblich 2 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 32, 33, 34 und Fig. 13.

Der Zahnbecher ist etwas länger geworden, im übrigen erinnert der Bau des Zahnes an den der einzelnen zusammengesetzten Komponenten der komplexen Zähne der Prämolaren und Molaren des Ober- und Unterkiefers im Milchgebiss. An der bukkalen Zahnbecherwand treten die Seitenleisten stärker hervor als im vorigen, besprochenen Fall und ebenso ist auch die Mittelleiste augenfälliger ausgeprägt (Fig. 32). Erscheinungen zufolge, die mit den Vergrößerungen der Becherwandfläche und der Zunahme der innerhalb dieser verbreiteten Dentin-substanz im Zusammenhange stehen, wird die Kundengrube in ihren Wandteilen einseitig zusammengedrückt, so dass bei Entfernung der Weichsubstanzen aus dem Zahn wieder das nämliche Bild mit grubenartiger Aussackung der Kaufläche bei der Sicht des Kundenwulstes dem Beschauer entgegentritt, wie es vom Studium der Innenstruktur der Milchzähne her und bei der Untersuchung der einzelnen Komponenten der komplexen Zähne im laktealen Gebiss bekannt geworden ist (halbmondförmiger Umriss des in das Zahninnere vordringenden Grubenwulstes mit konvexer lingual ausgebogener Doppelkontur [Fig. 13]).

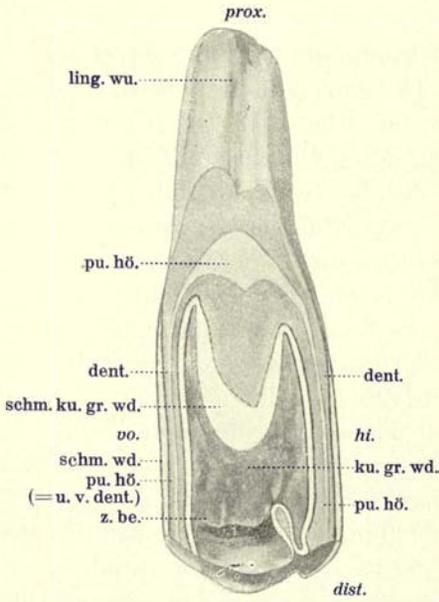


Abb. a

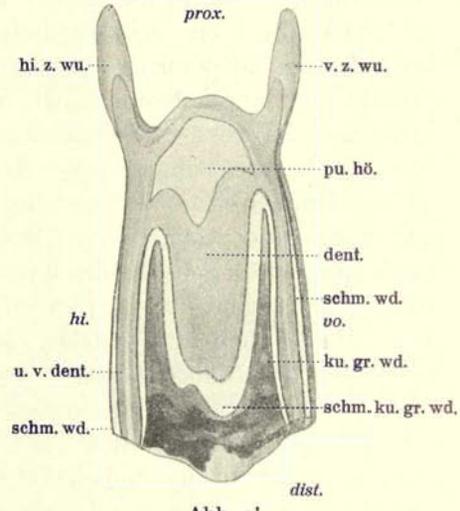


Abb. a'

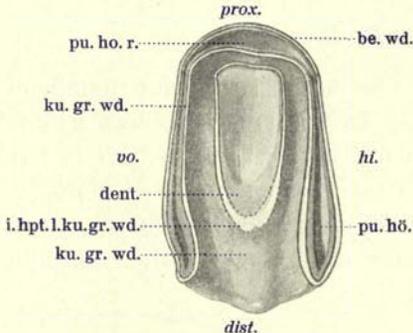


Abb. b

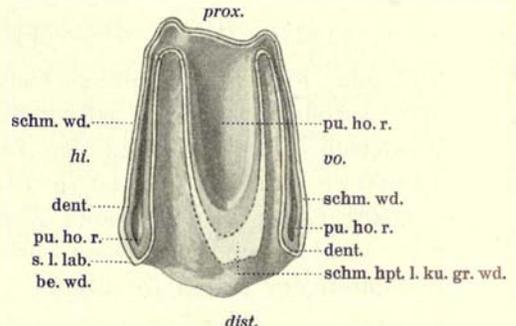


Abb. b'

**Textfigur 15**

Längsschnitte durch den Dauerprämolare Pr. 4 am Oberkiefer des Rindes. Schnittrichtung von vorn nach hinten. Die durch Schnittanlage erhaltenen Teilstücke der Zähne mit ihren Schnittflächen.

Abb. a) Längsschnitt durch den Prämolare Pr. 4 am Oberkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt, linguale Schnitthälfte.

Abb. a') Längsschnitt durch den Prämolare Pr. 4 am Oberkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt, bukkale Schnitthälfte.

Abb. b) Längsschnitt durch den Prämolare Pr. 4 am Oberkiefer des Rindes 388, ♀, angeblich 2 Jahre alt, linguale Schnitthälfte.

Abb. b') Längsschnitt durch den Prämolare Pr. 4 am Oberkiefer des Rindes 388, ♀, angeblich 2 Jahre alt, bukkale Schnitthälfte.

hi. = hinten  
vo. = vorn

dist. = distal  
prox. = proximal

be. wd. = Becherwand  
dent. = Dentin  
hi. z. wu. = hinterer Wurzelast  
i. hpt. l. ku. gr. wd. = innere Hauptleiste an der Kundengrubenwand  
ku. gr. wd. = Kundengrubenwand  
ling. wu. = lingual gelegener Wurzelast  
pu. ho. r. = Pulpahohlraum  
pu. hö. = Pulpahöhle  
pu. hö. = u. v. dent. = frühere Pulpahöhle, ausgefüllt mit unverkalktem Dentin (Prädentin)

schm. hpt. l. ku. gr. wd. = Schmelz an der Hauptleiste der Kundengrubenwand  
s. l. lab. be. wd. = Seitenleiste an der labialen Zahnbecherwand  
schm. wd. = Schmelzwand  
schm. ku. gr. wd. = Schmelzschicht an der Kundengrubenwand  
u. v. dent. = unverkalktes Dentin (Prädentin)  
v. z. wu. = vorderer Zahnwurzelast  
z. be. = Zahnbecher

*Der Prämolare Pr. 4 am Oberkiefer des Rindes 445, ♀, angeblich ca. 2 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 35—37.

Die abgebildeten Zähne befinden sich in weiter fortgeschrittenen Phasen des Wachstums. Stark ausgesprochen in der Entwicklung treten die beiden seitlichen Wandleisten an der bukkalen Becherwand in Erscheinung, aber auch deutlich ist die Mittelleiste (Fig. 35). Bei Betrachtung der lingualen Becherwand fällt die stark ausgebogene Wandbiegung auf (Fig. 36). Die linguale Becherwand steht der bukkalen Becherwand in der Höhenentwicklung zurück. In überaus klarer Weise demonstriert Fig. 37 die Innenorganisation des Zahnes. Man sieht die Kundengrube durch die starke Entwicklung des in das Zahninnere vorstossenden Kauflächenwulstes tief in die Anlage des Zahnes eintauchen. Man sieht auch die Krümmung dieses Wulstes mit einer nach der bukkalen Seite hin konkav gebogenen Wulstumsgrenzung.

*Der Prämolare Pr. 4 am Oberkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 38—40.

Die Fig. 38 bis 40 geben den fertig entwickelten Definitiv-Prämolare Pr. 4 wieder, der im Zahnkörperteil ein ganz entsprechendes Verhalten zeigt, wie es Prämolare Pr. 3 am Oberkiefer des Rindes 442 demonstriert (Taf. C, Fig. 26—28) (starker Bau der Becherwände, deutlich entwickelte Kundengrube samt Schmelzränder um diese und dem Zahnbecher, Kerbe in Form einer rinnenförmigen Vertiefung an der Kaufläche zwischen Becherwandschmelz und Kundengrubenwandschmelz) (Fig. 40). Mit aller Deutlichkeit zeigt sich der einbecherige Charakter des Zahnes.

Die Wurzelverhältnisse weichen von denen am Prämolare Pr. 3 am Oberkiefer des Rindes 442 (Fig. 26—28) insofern ab, als am vierten Prämolare nicht vier sondern drei Wurzeläste ausgebildet sind, wobei der linguale Ast besondere Mächtigkeit besitzt, während die bukkalen Äste gleichsam durch Spaltung aus einem vereinigten Ast hervorgegangen zu sein scheinen.

Zur Veranschaulichung der Einbecherigkeit, die auch die Bauart des definitiven hintersten Prämolaren charakterisiert, führen wir die Bilder von Schnitthälften zweier Prämolaren auf, die einem älteren (Rind 442) und einem jüngern Rind (Rind 388) angehören.

Die beiden Längsschnitthälften des Prämolars Pr. 4 am Oberkiefer des Rindes 442 (Textfig. 15, Abb. a und a'), die durch Anlegen eines Schnittes von vorn nach hinten mitten durch die Kundengrube des Zahnes erhalten worden sind und von denen Fig. a die lingual von der Teilungsebene gelegene Hälfte, Fig. b die bukkal von dieser gelegene wiedergibt, zeigen die durch die Ausbildung der Hauptleiste an der bukkalen Wand des Zahnbeckers gegen das Becherlumen vorgewölbte, von oben nach unten schief verlaufende Kundenwand im Anschnitt. Dabei sieht man, dass nach innen die Wand des Beckers einen Schmelzbelag aufweist (weisse Fläche im Anschnitt) und im übrigen nach aussen aus Dentin aufgebaut ist. Unterhalb der angeschnittenen Kundenwand breitet sich die Pulpahöhle aus. Der Zahn ist ein typisches Gegenstück zum zwei- und dreibecherigen Molar, wo die enge Verbindung von drei mit je einer Kundengrube ausgerüsteten Komponenten mit auch nur einer einzigen Pulpahöhle Anlass zur Komplexität des Zahnaufbaues gibt.

Der Prämolare Pr. 4 am Oberkiefer des Rindes 388 (Textfig. 15, Abb. b und b') stellt, wie die Schnitthälften sofort zeigen, ein noch bedeutend jüngeres Stadium der Zahnentwicklung als Prämolare Pr. 4 von Rind 442 dar. Die Wurzelbildung hat noch nicht begonnen. Der Zahn, wiewohl kurz in seiner Höhenachse und in den Wandteilen noch schwach geschichtet, bildet beim rekonstruktiven Zusammenschluss der beiden Schnitteile bereits einen einfachen Becher von Hartschubstanz, dessen Weichteile, die sämtliche Hohlräume der Anlage mit Pulpagewebe

ausfüllen, zum Zwecke der Übersichtlichkeit und Möglichkeit der Unterscheidung der einzelnen Hartmassen, entfernt worden sind. Der zwischen der äussern bukkalen Becherwand und der in das Becherlumen bukkal augenfällig vordringenden Kundenwand gelegene Zahnhohlraum dient, wie bereits vermerkt, zur Aufnahme von Weichgewebe, das als Pulpagewebe das Zahninnere vom Papillarkörper her erfüllt. Der Grund der Kunde ist auf diesem Stadium nicht verkalkt. Den Kundengrund verschliessen auf dieser Entwicklungsstufe noch Weichteilepithelien, die einerseits Schmelz (das innere Schmelzepithel), andererseits Dentin (die Odontoblasten) abscheiden und also für das Tiefenwachstum der Kundengrube Sorge tragen.

## b) Die Molaren

Die Molaren sind bereits als Repräsentanten des Milchgebisses, unter Kapitel II («Die extrauterinen Stadien der Zahnentwicklung»), Teilabschnitt b («Die Molaren»), pag. 141 u. ff., behandelt worden, zumal sie ja echte Milchzähne sind und als solche in das Dauergebiss übernommen werden.

## 2. Die definitiven Zähne des Unterkiefers

### a) Die Prämolaren

#### aa) Der Prämolare $\overline{\text{Pr.2}}$

Der definitive Prämolare  $\overline{\text{Pr.2}}$  am Unterkiefer ist, wie sein Vorgänger im Milchgebiss, ein einfach gebauter Zahn. Der Zahnkörper setzt sich nicht durch die sekundäre Vereinigung von zwei Hartherden zusammen. Teillappen, in Form von Einzelbechern, sind am Zahn nicht auseinanderhaltbar. Charakteristisch sind für ihn die meisselförmige Gestalt und das Fehlen einer Kundengrube. Die Formierung des Zahnes erfolgt also nicht unter Ausbildung eines Zahnbechers. An Stelle der Kundengrube besteht ein stumpfer Kauflächenkamm.

*Der Prämolare  $\overline{\text{Pr.2}}$  am Unterkiefer des Rindes 393, ♂, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 41.

Ein relativ kleiner, meisselförmiger Zahn repräsentiert den zweiten Prämolare  $\overline{\text{Pr.2}}$  am Unterkiefer des Rindes 393. Der Zahn besitzt flache Wände, ist an seiner hinteren Kante verbreitert, während die vordere Kante schmaler geartet ist. Am hintern Zahnende zeigt sich auf früher Entwicklungsstufe eine kleine Einkerbung, in welcher vielleicht eine Andeutung einer Grubenbildung zu sehen ist.

*Der Prämolare  $\overline{\text{Pr.2}}$  am Unterkiefer des Rindes 388, ♀, angeblich 2 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 42 und 43.

Ähnliche Verhältnisse zeigt Prämolare  $\overline{\text{Pr.2}}$  am Unterkiefer des Rindes 388. Auch bei diesem Zahn fällt die Flachwandigkeit, das Fehlen einer eigentlichen Kunde, die scharfkantige Oberfläche der zukünftigen Kaufläche auf.

*Der Prämolare  $\overline{\text{Pr.2}}$  am Unterkiefer des Rindes 444, ♀, angeblich 2 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 44–46.

Bei Rind 344 ist der erste vordere Backzahn des Ersatzgebisses  $\underline{\text{Pr.2}}$  unter Beibehaltung seiner Form und Wahrung des in diesem Zahntypus zum Ausdruck kommenden Baucharakters unverändert und in seiner Ausbildungsform in den Fig. 44–46 festgehalten. Der Zahn weist typische Wurzelansätze (Fig. 44 und 45) noch nicht auf. Ein Blick auf die Reibfläche des Zahnes

zeigt an Stelle der Kaufläche einen freien Zahnkamm, der nur im hintern Zahnteil eine leichte Einkerbung in Form eines von hinten nach vorn eingreifenden Einschnittes in den Zahnkörper aufweist. Eine eigentliche Kundengrube tritt am Zahn nicht in Erscheinung.

*Der Prämolare  $\overline{\text{Pr.2}}$  am Unterkiefer des Rindes 445, ♀, angeblich ca. 2 Jahre alt und von Rind 397, Geschl. —, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 47—49 und Fig. 50—52.

Im Prämolare  $\overline{\text{Pr.2}}$  am Unterkiefer der Rinder 445 und 397 liegen Stadien der Zahnentwicklung vor, welche eine Illustration zur Entwicklung der Wurzeläste an diesem Zahntyp sind. Aus einer einheitlichen Wurzelbasis heraus gehen zwei Wurzeläste hervor (Fig. 47 und 48), die durch das Auseinanderstreben der Wurzelenden eine Wurzelgabelung entstehen lassen, wie sie der Zahn am Kiefer des Rindes 397 erkennen lässt. Bukkale und linguale Seitenfläche des Zahnes lassen sich dadurch unterscheiden, dass die bukkale Seite leicht nach aussen vorgewölbt, die linguale Seite leicht nach innen eingewölbt erscheint. Die Kau- oder Reibfläche zeigt wenig Veränderungen. Mit der basalen Umfangvermehrung des Zahnkörpers kommen die in der Reibkante des Zahnes zusammenstossenden Zahnwände immer schiefer zu liegen. In den Ansichten der freien Zahnoberfläche zeigen sich wenig Veränderungen (Fig. 49 und 52).

*Der Prämolare  $\overline{\text{Pr.2}}$  am Unterkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 53, 53a und 53b.

Prämolare  $\overline{\text{Pr.2}}$  am Unterkiefer des Rindes 442 zeigt den Zahnkörper in abgeschlossenem Wachstum. Die Wurzeläste sind stärker abgesetzt (Fig. 53 und 53a). Auf der lingualen Seitenfläche des Zahnes treten einige proximo-distal gerichtete Einkerbungen am Schmelz in Erscheinung.

Ergibt sich schon aus dem Studium des Äusseren des Zahnes der einfache, inkomplexe Bau des Hartteils am Kiefer, so bestätigen von vorn nach hinten gerichtete und in labio-lingualer Richtung geführte Schnitte die Richtigkeit dieses Befundes (Textfig. 16 und 17, Abb. a und b). Auf dem sowohl von vorn nach hinten wie labio-lingual gerichteten Längsschnitt tritt die Pulpaöhle im Zahnkörper als ein mit Prädentin ausgekleideter Innenraum auf, der allseitig von einem breiten und soliden Dentinmantel umgeben ist, dem als äusserer Überzug an der Zahnoberfläche eine dicke Decke Schmelz aufrucht, für deren allmähliche Abtragung der gewöhnliche Abreibungsprozess im Verlauf des Zahngebrauchs sorgt.

### Textfigur 16

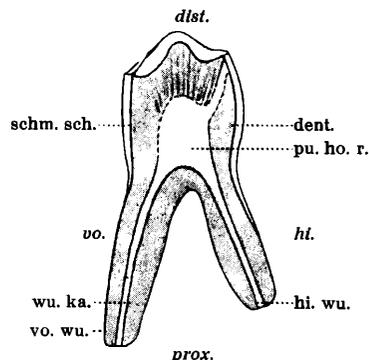
Längsschnitt durch den Dauerprämolaren  $\overline{\text{Pr.2}}$  am Unterkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt. Schnittrichtung von vorn nach hinten. Labiale Schnitthälfte mit Schnittfläche.

dist. = distal  
prox. = proximal

hi. = hinten  
vo. = vorn

dent. = Dentin  
hi. wu. = hinterer Wurzelast  
pu. ho. r. = Pulpahohlraum

schm. sch. = Schmelzschicht  
vo. wu. = vorderer Wurzelast  
wu. ka. = Wurzelkanal





hinterer Wurzel gelegene akzessorische Wurzelast im vorliegenden Fall fehlt allerdings und scheint deshalb keine konstant auftretende Bildung am Zahn zu sein. Ein Blick auf die freie Reibfläche des Zahnes zeigt deutlich die eingetretene Verstärkung am hinteren Zahnteil.

*Der Prämolare  $\overline{\text{Pr. 3}}$  am Unterkiefer des Rindes 442, ♂, angeblich 4 Jahre alt.*

Hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 63, 64 und 65.

Der ausgewachsene, zur Funktion bereits herangezogene Zahn bestätigt, wie er am Unterkiefer des Rindes 442 in Prämolare  $\overline{\text{Pr. 3}}$  vorliegt, und wie er in den Fig. 63, 64 und 65 wiedergegeben ist, die bisher festgestellten Beobachtungen über die Zahnkonstruktion in allen Teilen. So zeigt z. B. die Betrachtung der Reibfläche mit aller Deutlichkeit das Fehlen einer Kunden-grube. Der von vorn nach hinten ziehende, durch die Abreibung bereits angeschliffene freie Zahnrand gabelt sich am hinteren Zahnteil in Nebenäste, welche mit der Faltung der lingualen Zahnwand im Zusammenhange stehen.

**Textfigur 18**

Schnitthälften des durch einen labio-lingualen Längsschnitt halbierten Prämolare  $\overline{\text{Pr. 3}}$  am linken Unterkiefer des Rindes 440, ♂, ca. 2 jährig.

Abb. a) Vordere Schnitthälfte mit Schnittfläche.

Abb. b) Hintere Schnitthälfte mit Schnittfläche.

dist. = distal

lab. = labial bzw. bukkal

prox. = proximal

ling. = lingual

dent. = Dentin

pu. hö. = Pulpahöhle

schm. sch. lab. z. be. wd. = Schmelzschicht der labialen Zahnbecherwand

vo. wu. = vorderer Wurzelast

wd. vo. wu. = Wand des vorderen Wurzelastes

ling. = lingual

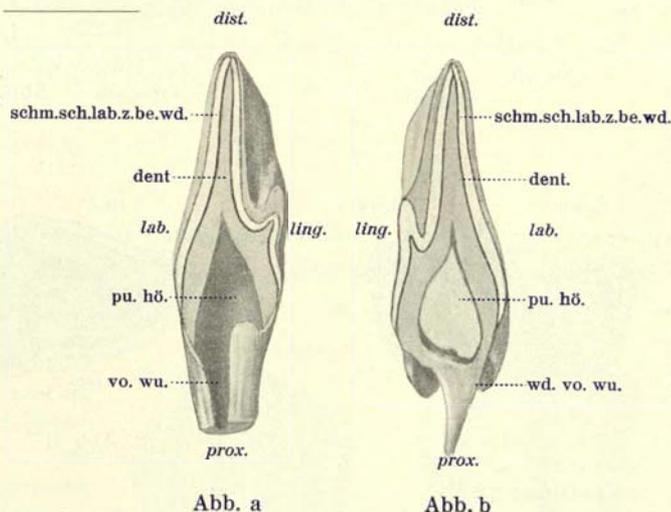


Abb. a

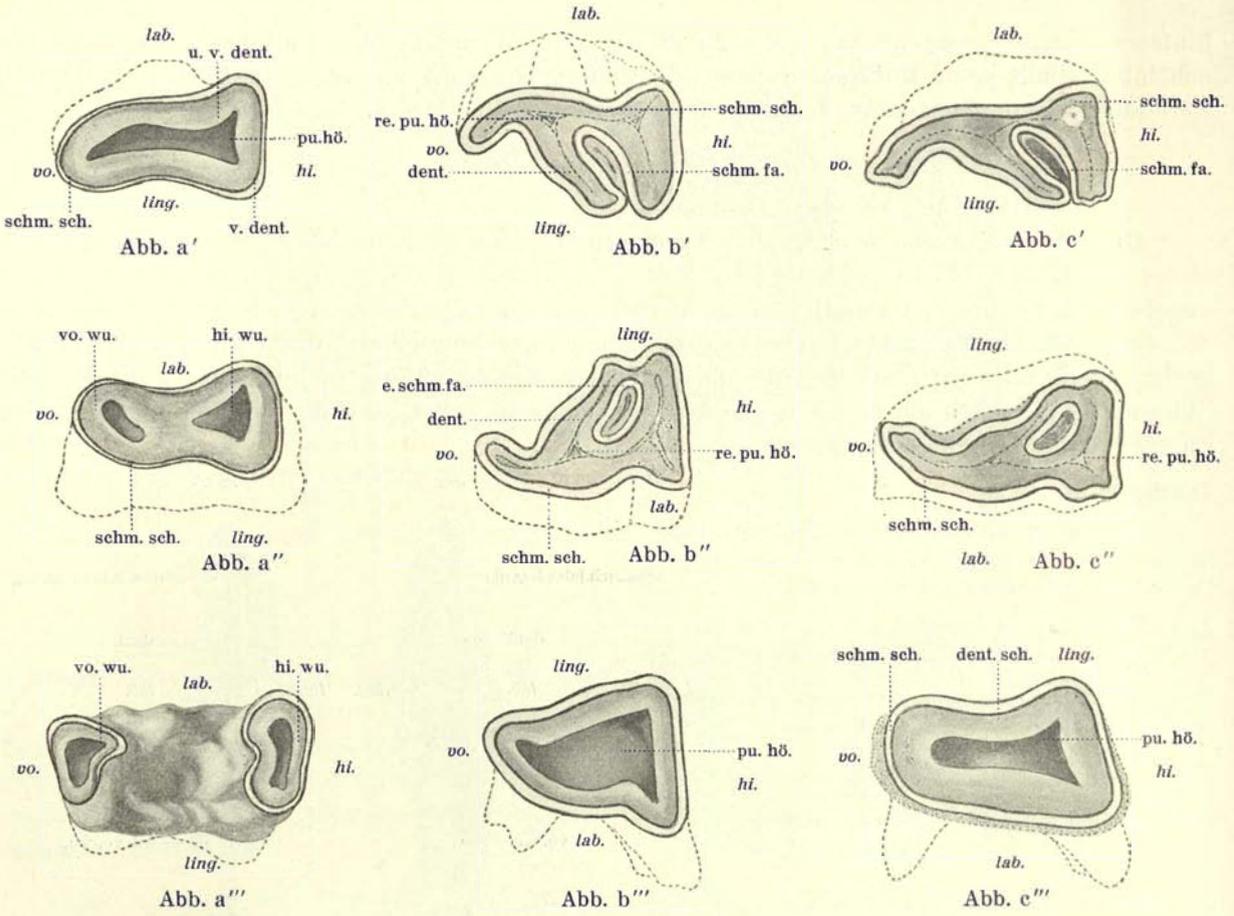
Abb. b

Dass grundsätzlich in konstruktiver Hinsicht und im Hinblick auf das Bauprinzip Prämolare  $\overline{\text{Pr. 3}}$  am Unterkiefer sich wie Prämolare  $\overline{\text{Pr. 2}}$  verhält und auch hier weder von einer Bechernatur des Zahnes, noch von einer Vereinheitlichung anfänglich emanzipiert und serial auftretender Hartgebilde als Komponenten einer und derselben Anlage die Rede sein kann, beweisen bukko-linguale Längsschnitte durch den Prämolare  $\overline{\text{Pr. 3}}$  am Unterkiefer des Rindes 440 und Querschnitte durch den Zahn am Kiefer der Rinder 410, 397 und 442 (Textfig. 19, Abb. a', b', c').

Bukko-linguale Längsschnitte durch den Prämolare  $\overline{\text{Pr. 3}}$  des Rindes 440 veranschaulichen (Textfig. 18, Abb. a und b), wie der Zahn an seiner Kaufläche schmalkantig und überhaupt im bukko-lingualen Querdurchmesser abgeflacht erscheint, und wie im oberen Teil das verkalkte Dentin in die Schmelzfalte vordringt, bis es den freien Zahnrand erreicht.

Auf den Querschnitten durch den Prämolare  $\overline{\text{Pr. 3}}$  der Rinder 410, 397 und 442 (Textfig. 19) zeigen sich ebenfalls einfache Verhältnisse: nichts von Zahnbechern und nichts von eigentlichen Kundenanlagen. Kommt es zu ähnlichen grubenartigen Bildungen am Zahn, wie den bisher beschriebenen Einstülpungen (Kunden), so werden dieselben allem Anschein nach in anderer Weise gebildet, nämlich durch seitliche Faltung der lingualen Zahnfläche und wahrscheinlich nicht durch einen in disto-proximaler Richtung erfolgenden Einstülpungsprozess.

Die zwei Wurzeläste nehmen wiederum aus einer einheitlichen Pulpahöhle ihren Ursprung, die ihr Lumen nach unten hin auf die beiden Wurzelkanäle des vorderen und hinteren Wurzelastes verteilt (vide Querschnitte des Prämolare  $\overline{\text{Pr. 3}}$  von Rind 410 [Textfig. 19, Abb. a', a'', a''']).



Textfigur 19

Querschnitte durch den dritten Dauerprämolaren  $\overline{\text{Pr. 3}}$  am Unterkiefer der Rinder 410 (♂, sicher 9 Monate alt), 397 (Geschl. —, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt) und 442 (♂, angeblich 4 Jahre alt).

Abb. a') bis a''') Schnittstücke des Prämolars  $\overline{\text{Pr. 3}}$  am linken Unterkiefer des Rindes 410.

Abb. a') erstes, oberstes Teilstück mit proximaler Schnittfläche.

Abb. a'') zweites Teilstück (vom distalen Ende angefangen) mit proximaler Schnittfläche.

Abb. a''') drittes Teilstück mit proximaler Endfläche.

Abb. b') bis b''') Schnittstücke des Prämolars  $\overline{\text{Pr. 3}}$  am linken Unterkiefer des Rindes 397.

Abb. b') erstes, oberstes Teilstück mit proximaler Schnittfläche.

Abb. b'') zweites Teilstück mit distaler Schnittfläche.

Abb. b''') drittes Teilstück (Endstück) mit proximaler Schnittfläche (Wurzelfläche).

Abb. c') bis c''') Schnittfläche des Prämolars  $\overline{\text{Pr. 3}}$  am linken Unterkiefer des Rindes 442.

Abb. c') erstes, oberstes Teilstück mit proximaler Schnittfläche.

Abb. c'') zweites Teilstück mit distaler Schnittfläche.

Abb. c''') drittes Teilstück (Endstück) mit distaler Schnittfläche.

lab. = labial oder bukkal  
ling. = lingual

dent. = Dentin  
dent. sch. = Dentinschicht  
e. schm. fa. = eingeschlossene  
Schmelzfalte  
hi. wu. = hinterer Wurzelast  
pu. hö. = Pulpa-höhle  
schm. fa. = Schmelzfalte

hi. = hinten  
vo. = vorn

schm. sch. = Schmelzschicht  
re. pu. hö. = die zufolge Dentinabla-  
gerung reduzierte Pulpa-  
höhle  
u. v. dent. = unverkalktes Dentin  
v. dent. = verkalktes Dentin  
vo. wu. = vorderer Wurzelast

### cc) Der Prämolare $\overline{\text{Pr. 4}}$

Der Prämolare  $\overline{\text{Pr. 4}}$  am Unterkiefer zeigt hinsichtlich der Entwicklung und der baulichen Konstruktion Übereinstimmung mit dem Prämolaren  $\overline{\text{Pr. 3}}$ . Der Zahn ist einkomponentig, entbehrt ebenfalls einer Kundengrube, zeigt aber im hintern Zahnteil ausgesprochene Unregelmässigkeiten in der Ausbildung der Reibfläche. Der Prämolare  $\overline{\text{Pr. 4}}$  verrät auf den vorliegenden Stadien der Zahnentwicklung keine Merkmale, die auf eine Zusammensetzung des Hartgebildes aus zwei Einzelkomponenten hindeuten würden.

*Der Prämolare  $\overline{\text{Pr. 4}}$  am Unterkiefer des Rindes 393, ♂, angeblich 1 Jahr u. 5 Monate alt, hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 66—69, und Prämolare  $\overline{\text{Pr. 4}}$  am Unterkiefer des Rindes 442, ♀, angeblich 4 Jahre alt, hierzu die Abb. auf Taf. C, Fig. 70, 71 und 72.*

Wir verweisen, da die Verhältnisse in ziemlich weitgehender Weise denen des Prämolars  $\overline{\text{Pr. 3}}$  am Unterkiefer entsprechen und sich daher eine nähere Beschreibung erübrigt, auf die oben angegebenen auf Tafel C befindlichen Abbildungen.

Ein von vorn nach hinten geführter Längsschnitt durch den Prämolare  $\overline{\text{Pr. 4}}$  des Unterkiefers von Rind 397 endlich soll zur Darstellung bringen, dass der Zahn nicht zu den zusammen-

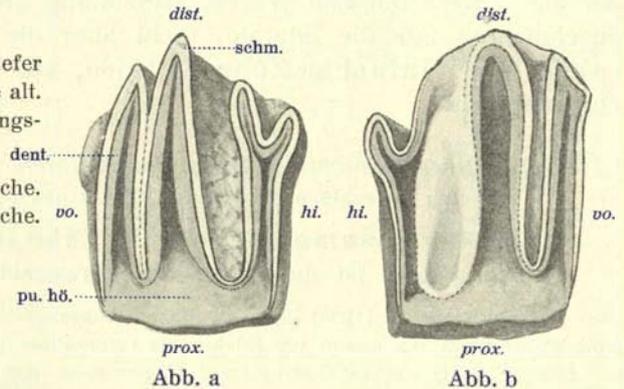
#### Textfigur 20

Teilstücke des Dauermolares  $\overline{\text{Pr. 4}}$  am linken Unterkiefer des Rindes 397, Geschl. —, angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt. Zahn durch einen von vorn nach hinten gerichteten Längsschnitt halbiert.

Abb. a) linguale Schnitthälfte des Zahnes mit Schnittfläche.  
Abb. b) bukkale Schnitthälfte des Zahnes mit Schnittfläche.

dist. = distal                      hi. = hinten  
prox. = proximal                vo. = vorn

dent. = Dentin  
pu. hö. = Pulpahöhle  
schm. = Schmelz



gesetzten Zähnen gehört (Textfigur 20). Er ist absolut einheitlicher Natur. Er gehört auch nicht zu den becherförmigen Zahntypen, denn eine Kundengrube, wie wir sie in typischer Ausbildung an den becherartigen einfachen und aufgespaltenen Zähnen kennen gelernt haben, besitzt der hinterste definitive Vorderbackzahn nicht. Auffällig ist dagegen eine im Längsschnitt auftretende reiche Faltenbildung.

### b) Die Molaren

Die Molaren sind bereits als Repräsentanten des Milchgebisses, unter Kapitel II («Die extrauterinen Stadien der Zahnentwicklung») 2. Abschnitt («Die Milchzähne des Unterkiefers»), Teilabschnitt b («Die Molaren»), pag. 153 und ff., behandelt worden, zumal sie ja echte Milchzähne sind und als solche in das Dauergebiss übernommen werden.

## Anhang:

Die Wurzelorganisation innerhalb der verschiedenen Zahntypen  
im Rindergebiss und innerhalb der einzelnen der Milch- und Definitivdentition  
angehörenden Zahnbildungen

### a) Die Wurzelverhältnisse innerhalb der verschiedenen Zahntypen

#### *Der Wurzelbau beim einfachen, einkomponentigen Zahn.*

Hierzu nebenstehendes Schema, Fig. 1 und 2.

Der einfache Zahn ist zwei- oder mehrwurzelig. In beiden Fällen ist die Ausgangsform ein «einwurzeliger», d. h. offener Zahn.<sup>1</sup> Spaltet sich die einfache Wurzel des einkomponentigen Zahnes in medio-bukkaler bzw. bukko-medialer Richtung auf, so entsteht der zweiwurzelige einfache Zahn mit einer vordern und einer hintern Wurzel (pr.2<sup>d</sup> im Oberkiefer, pr.2<sup>d</sup> und pr.3<sup>d</sup>, Pr.2, Pr.3 und Pr.4 im Unterkiefer).<sup>2</sup>

Geschieht die Aufspaltung nicht nur in medio-bukkaler bzw. bukko-medialer, sondern auch in oral-okzipitaler und okzipito-oraler Richtung, so entsteht der vierwurzelige einfache Zahn, wie er im Definitivzahn Pr.3 im Oberkiefer vorhanden ist, der sich durch eine vordere bukkale und eine vordere linguale Wurzel auszeichnet und ebenso durch einen hintern bukkalen und lingualen Wurzelast. Wird die Teilung im eben beschriebenen Sinne durchgeführt, verschmelzen aber die vordere linguale und die hintere linguale Wurzel miteinander bei Bildung eines verschmolzenen, lingualen einheitlichen Wurzelastes, so dass nur die vordere bukkale und die hintere bukkale Wurzel selbständig erhalten bleiben, oder trifft die bukko-linguale Einschnürung nur die laterale, nicht aber die mediale Zahnhälfte, so kommt ein dreiwurzeliger einfacher Zahn zustande, wie er in den Prämolaren Pr.2 und Pr.4 in Erscheinung tritt.

#### *Der Wurzelbau beim zusammengesetzten, zwei- oder dreikomponentigen Zahn.*

Hierzu nebenstehendes Schema, Fig. 3 und 4; 5 und 6.

Auch der zusammengesetzte Zahn ist entweder zwei- oder mehrwurzelig. Ausgangsform ist auch hier ein einwurzeliger bzw. «offener» Zahn, dem eine gemein-

<sup>1</sup> Nach BAUM, H. (1920) lägen in diesen Ausgangsformen Zähne mit offener Pulpahöhle und unbegrenztem, immerwährendem Wachstum vor (bisher als «wurzellos» bezeichnete Zähne).

BAUM (1921) hat mit Recht darauf hingewiesen, dass Zähne mit noch offener unverzweigter Pulpahöhle eigentlich zu Unrecht wurzellose Zähne genannt würden, da dieses Stadium ja bei den meisten Zähnen der Haussäugetiere und in unserem Fall trifft dies ohne weiteres zu — nur ein vorübergehendes sei. «Wurzellose Zähne gibt es... überhaupt nicht; auch bei den Zähnen mit unbegrenztem Wachstum heisst der in der Alveole stehende Teil die Wurzel.»

Zur Zeit des Durchbruches des Backenzahnes (II. Stadium JOEST's), zu welcher die Abreibung des Zahnes am distalen Ende noch nicht stattgefunden hat, findet JOEST das Zahnende des definitiven Molarzahnes noch ganz offen, wiewohl der Zahnkörper bereits völlig ausgebildet ist.

<sup>2</sup> In bezug auf den näheren Vorgang der Wurzelbildung stossen wir folgen den Ausführungen in den Untersuchungen HOFFMANN'S (1894) — ein bukkaler und lingualer Fortsatz hervor, welche horizontal gerichtet und somit der Kaufläche parallel gerichtet sind.

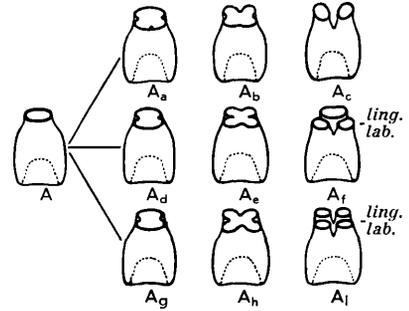
«Nachdem diese beiden Fortsätze bei weiterem Wachstum zusammengestossen sind, ist die Abgrenzung der der Kaufläche abgewendeten Seite der Krone beendet, und es kann nun auch an dieser Stelle die Differenzierung der Odontoblasten mit der nachfolgenden Dentinbildung vor sich gehen.»

Nach unseren bisherigen Beobachtungen stellt sich am Wiederkäuermolarzahn in der Mittelachse eine wahrscheinlich von der Epithelscheide ausgehende, vertikal verlaufende Faltung ein, die den einheitlichen Raum gemäss der Bifurkation an der Wurzelanlage in zwei Schenkel abzugliedern beginnt. Ob diese Stelle mit JOEST'S horizontaler Abschlussplatte zu vergleichen ist, bleibt vorläufig dahingestellt. Übereinstimmend mit JOEST'S Angaben wäre aber das, dass zunächst nur das Dentin es ist, das an den einzelnen Wurzelästen röhrenartig vorwächst. Die Zementierung folgt schrittweise erst später nach.

**Schema zur Veranschaulichung der innerhalb der Prämolaren und Molaren des Milch- bzw. Dauergebisses bestehenden Ausbildungsmöglichkeiten von Wurzelanlagen unter bildlicher Darstellung einer Ableitung einfach oder kompliziert bewurzelter Zähne von der einfachen Stammform**

**Fig. 1.** Ableitung des zwei-, drei- und vierwurzeligen einfach gebauten Zahnes (mit Kundengrube) von einer mit einfacher, offener Pulpahöhle versehenen Zahnform (Grundform) am Oberkiefer.

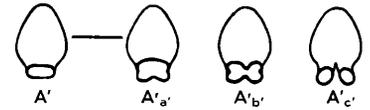
- A: Ausgangsform ohne Wurzel. Offene Pulpahöhle.
- A<sub>a</sub>—A<sub>c</sub>: Differenzierung zum zweiwurzeligen Zahn (Beispiel pr. 2<sup>d</sup>).
- A<sub>d</sub>—A<sub>f</sub>: Differenzierung zum dreiwurzeligen Zahn (bukkal zwei Wurzeln, lingual eine Doppelwurzel. Beispiel Pr. 2 und Pr. 4).
- A<sub>g</sub>—A<sub>i</sub>: Differenzierung zum vierwurzeligen Zahn (bukkal und lingual je ein vorderer und hinterer Wurzelast. Beispiel Pr. 3).



**Fig. 1**

**Fig. 2.** Ableitung des zweiwurzeligen, einfach gebauten Zahnes von einer Zahnform mit einfach offener Pulpahöhle (Grundform) am Unterkiefer.

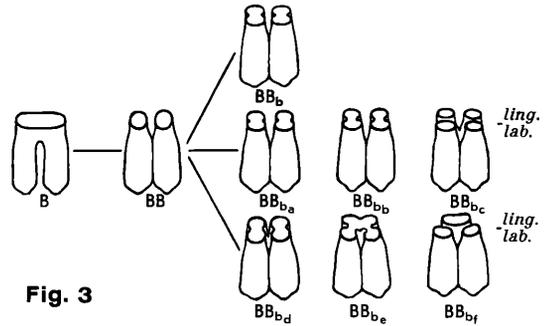
- A': Ausgangsform ohne Wurzel.
- A'<sub>a</sub>—A'<sub>c</sub>: Differenzierung zum zweiwurzeligen Zahn (vorn eine, hinten eine Wurzel. Beispiel pr. 2<sup>d</sup>, pr. 3<sup>d</sup>; Pr. 2, Pr. 3 und Pr. 4).



**Fig. 2**

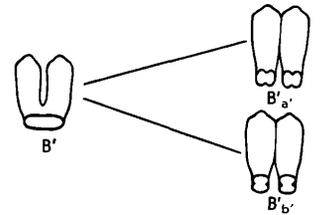
**Fig. 3.** Ableitung des zwei-, drei- und vierwurzeligen, zweibecherigen, zusammengesetzten Zahnes von einer mit einfacher offener Pulpahöhle versehenen Zahnform am Oberkiefer.

- B: Ausgangsform ohne Wurzel.
- BB und BB<sub>b</sub>: zweiwurzeliger Zahn. Durch bukko-linguale Faltenbildung Differenzierung zweier Wurzeläste, von denen der vordere dem vorderen Zahnbecher, der hintere dem hinteren Zahnbecher zufällt. (Beispiel pr. 3<sup>d</sup>).
- BB, BB<sub>ba</sub>—BB<sub>bc</sub>: Differenzierung zum vierwurzeligen komplexen Zahn unter Ausbildung von je zwei Wurzeln, einer bukkalen und einer lingualen Wurzel für je einen Zahnbecher (Beispiel pr. 4<sup>d</sup>).

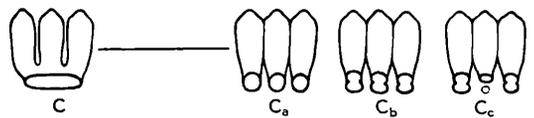


**Fig. 3**

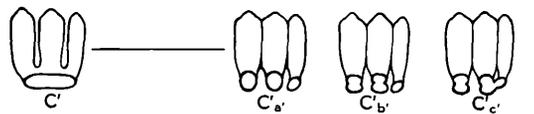
- BB, BB<sub>ba</sub>—BB<sub>bc</sub>: Differenzierung zum dreiwurzeligen, komplexen Zahn. Die bukkalen Wurzeln der beiden Becher bilden sich als Separatwurzeln aus, die lingualen Wurzeln der beiden Becher in Form einer Doppelwurzel. (Beispiel mo. 1, mo. 2 und mo. 3).



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**

**Fig. 4.** Ableitung des zweiwurzeligen, zweibeckerigen, zusammengesetzten Zahnes von einer mit einfacher, offener Pulpahöhle versehenen Zahnform am Unterkiefer.

$B'$ : Ausgangsform ohne Wurzel.

$B'_a$  und  $B'_b$ : Differenzierung zum zweiwurzeligen Zahn. Jeder Becher mit einer Wurzel. Beide Wurzeln getrennt bleibend. (Beispiel  $\overline{mo.1}$  und  $\overline{mo.2}$ ).

**Fig. 5.** Ableitung des drei-, bzw. vierwurzeligen, dreibeckerigen, zusammengesetzten Zahnes von einer mit einfacher offener Pulpahöhle versehenen Zahnform. Jeder Zahnbecher bildet eine Wurzel aus. Der mittelständige Becher kann mitunter neben einem bukkal gelegenen, kräftigeren Wurzelast auch noch eine kleine linguale Wurzel zur Ausbildung bringen.

$C$ : Ausgangsform ohne Wurzel.

$C_a - C_c$  Differenzierung zum drei- bzw. vierwurzeligen Zahn. (Beispiel  $\overline{pr.4^d}$ ).

**Fig. 6.** Ableitung des zweiwurzeligen, inkomplett dreibeckerigen zusammengesetzten Zahnes von einer Grundform ohne Wurzeln. (Beispiel  $\overline{mo.3}$ ).

$C'$ : Ausgangsform ohne Wurzel.

$C'_a - C'_c$  Differenzierung zum zweiwurzeligen Zahn. Der erste komplette Zahnbecher besitzt einen Wurzelast, der zweite ebenfalls komplette Becher eine eigene Wurzel, die aber mit der im einfachen Stützpfiler vorliegenden dritten Komponente des Zahnes zu einem gemeinsamen Wurzelast verschmilzt.

same Pulpahöhle eigen ist. Im Falle der Zweiwurzeligkeit bewahrt jede der beiden Zahnkomponenten ihren ursprünglichen Wurzelcharakter, d. h. die einzelnen Zahnbecher bleiben einwurzelig und die Zweiwurzeligkeit wird durch das Zusammentreten der beiden den Zahn bildenden Komponenten bzw. deren Wurzeln bedingt, wobei natürlich keinesfalls bestritten werden soll, dass in der einheitlichen Wurzelanlage ursprünglich auch der einheitliche Charakter des Zahnes vorgelegen hat, was vielmehr als sicher in unserem Fall zu gelten hat ( $\overline{pr.3^d}$ ,  $\overline{mo.1}$ ,  $\overline{mo.2}$ ).

Im Falle der Mehrwurzeligkeit bewahrt hinsichtlich der Wurzelformierung die Einzelkomponente des Zahnes entweder den einwurzeligen Charakter an jeder Komponente, wie es beim dreikomponentigen  $\overline{pr.4^d}$  am Unterkiefer des Milchgebisses der Fall ist, oder aber es kommt an jeder Zahnkomponente zur Aufspaltung der einheitlichen Wurzeln durch einen in oralokzipitaler und okzipitaloraler Richtung vor sich gehenden Teilungsprozess, so dass wenn zwei Komponenten am Aufbau des Zahnes beteiligt sind, aus dem doppelkomponentigen Zahn ein vierwurzeliger mit zwei Wurzelästen vorn und hinten auf der bukkalen und zwei Wurzelästen vorn und hinten auf der linguale Seite entsteht ( $\overline{pr.4^d}$  im Oberkiefer) oder, bei Verschmelzung der beiden Äste auf der linguale Seite oder bei einer (neben einer oral-okzipitalen bzw. okzipito-oralen Einschnürung der offenen Pulpa) nur die lateralen Teile des Zahnes ergreifenden bukko-okzipitalen Einschnürung ein dreiwurzeliger Zahn (die Molaren  $\overline{mo.1}$ ,  $\overline{mo.2}$  und  $\overline{mo.3}$ ). Auch beim dreikomponentigen Prämolaren  $\overline{pr.4^d}$  des Milchgebisses am Unterkiefer findet man zuweilen an der mittleren Komponente diese Teilung in einen bukkalen und linguale Ast durchgeführt, wobei dann letzterer gewöhnlich weit weniger kräftig entwickelt ist.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unsere mutmassliche Ableitung der verschiedenen Wurzeltypen steht im Einklang mit der Tatsache, dass die wurzellosen Zähne wie BAUME (1882) gezeigt hat, die älteren sind. Sie besitzen nach JOEST (1915) eine kegelförmige Pulpa, deren Spitze distalwärts und deren Basis proximalwärts gerichtet ist (Zähne mit offener Pulpa).

Über den Modus der Wurzelbildung beim Pferdemolar äussert sich JOEST:

«Bei den mehrwurzeligen Backzähnen wird die Pulpa proximalwärts (basalwärts) durch eine sattelartige Erhebung fester Zahnschubstanz und durch die mit letzterer in Verbindung stehenden Wurzeln vom Boden der Alveole soweit abgeschlossen, dass sie auch hier basalwärts bis auf die in den Wurzelkanälen befindlichen Stränge eingengt erscheint (eingeschnürte Pulpa).»

Was JOEST über die Backzähne des Pferdes aussagen konnte, trifft auch auf Grund unserer Beobachtungen

## b) Die Wurzelverhältnisse innerhalb der einzelnen Milch- und Definitivzahnanlagen

Hierzu Schema, Textfig. 21, Abb. A bis F und A' bis F'; ferner Abb. G bis J und G' bis J'.

### *Der Wurzelbau an den Zähnen des Milchgebisses*

Ergänzungsweise mögen noch unter Berücksichtigung ihrer Lage im Gebiss an Hand eines besonderen Schemas, Textfig. 21, pg. 182/183, die vorliegenden Ausbildungsformen der Wurzeln an den einzelnen Zahntypen besprochen werden. Jedem Zahntypus ist ein einfaches Wurzel diagramm beigegeben, in welchem jeweils auch die ursprünglichen Verhältnisse und die mutmasslichen Übergangsformen in der Wurzeldifferenzierung eingetragen sind.

#### *Die Verhältnisse an den Prämolaren.*

Die einfach gebauten, einkomponentigen Prämolaren des Milchgebisses pr.2<sup>d</sup> am Oberkiefer und die Prämolaren pr.2<sup>d</sup> und pr.3<sup>d</sup> am Unterkiefer zeigen je zwei Wurzeln, die in der nämlichen Ebene gelegen sind. Man kann einen vorderen und einen hinteren Wurzelast unterscheiden.

Diejenigen Prämolaren der Milchdentition, welche komplex gebaute Zahnkörper besitzen und die aus Teilanlagen eines im übrigen frühzeitig «aufgebecherten» Zahnes hervorgegangen sind, wie die Prämolaren pr.3<sup>d</sup> und pr.4<sup>d</sup> des Oberkiefers und der Prämolaren pr.4<sup>d</sup> des Unterkiefers sind zwei- bzw. mehrwurzelige Zähne, Prämolaren pr.3<sup>d</sup> im Oberkiefer ist zwei-, Prämolaren pr.4<sup>d</sup> vierwurzelig. Prämolaren pr.4<sup>d</sup> im Unterkiefer weist drei bzw. vier Wurzeln auf. Bei allen diesen Zähnen enthält jede Einzelkomponente je einen Wurzelast, der bei pr.4<sup>d</sup> an jedem Becher sich in antero-postaler Richtung aufspaltet, wodurch ein vierwurzeliger Zahn gebildet wird.

#### *Die Verhältnisse an den Molaren.*

Die Molaren am Ober- und Unterkiefer des Milchgebisses, die ohne Ausnahme Zähne komplexer Art und alle, mit Ausnahme des Molar mo.3 im Unterkiefer, zweikomponentige Hartgebilde darstellen, lassen im Oberkiefer von der ursprünglichen Einwurzeligkeit der einzelnen Zahnbecher im Zahnkomponentenverband nichts mehr erkennen. Die Wurzeläste haben sich aufgespalten und die einzelnen Teilprodukte sind teilweise miteinander wiederum in Verbin-

### *Wurzelschema (Textfig. 21).*

Übersicht über die im laktealen und definitiven prämolaren und molaren Gebiss auftretenden Zahnwurzeltypen beim Rind. Die Figuren A bis F und A' bis F' beziehen sich auf die Zähne des Milchgebisses, und zwar die Fig. A bis F auf Zähne des Oberkiefers, die Fig. A' bis F' auf Zähne des Unterkiefers. Dabei repräsentieren die Fig. A bis C bzw. A' bis C' die vorderen Backzähne (Prämolaren), die Fig. D bis F bzw. D' bis F' die hinteren Backzähne (Molaren).

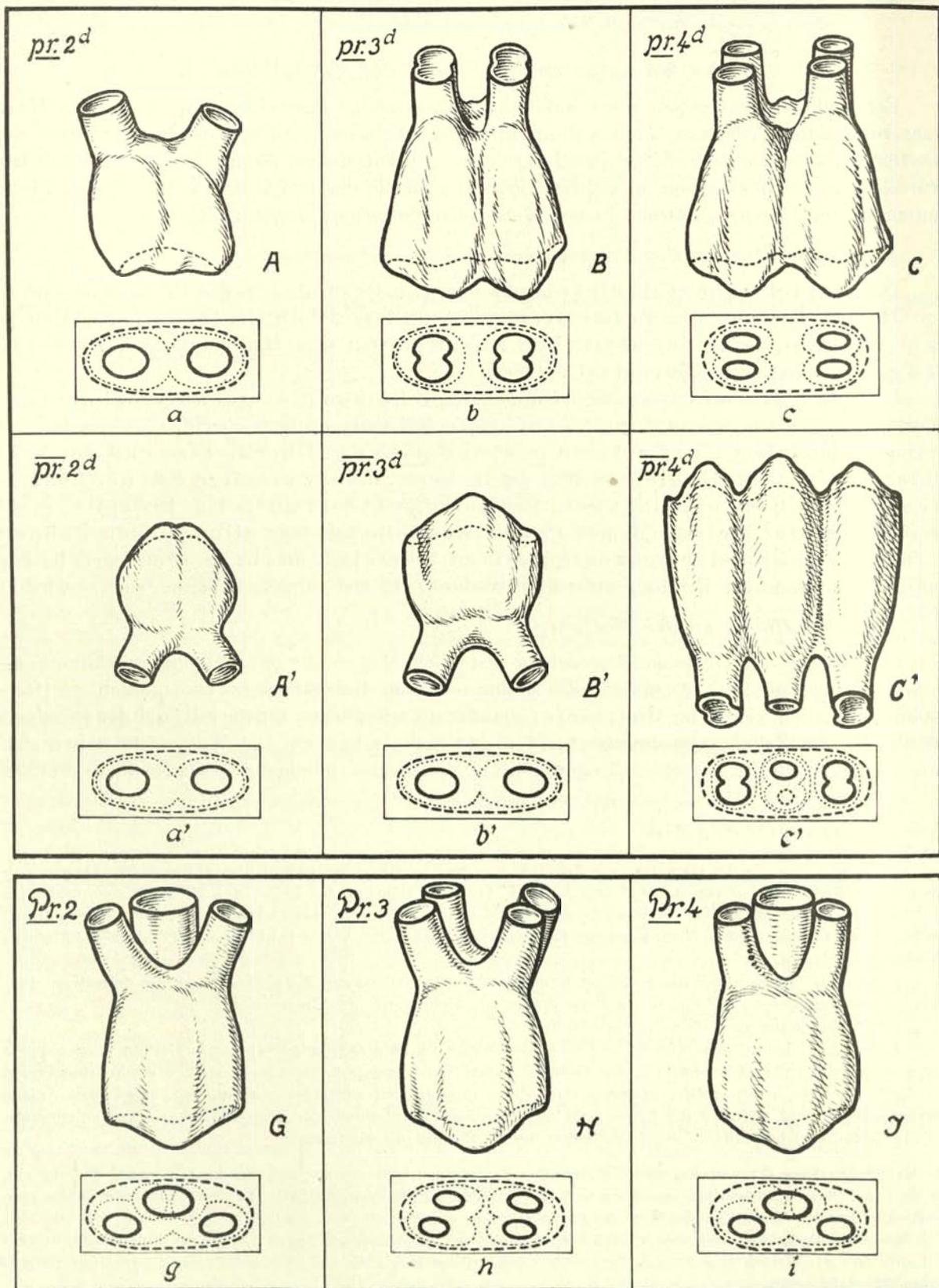
Die Fig. G bis J und G' bis J' stellen Definitivzähne dar, und zwar die Fig. G bis J die definitiven Prämolaren des Oberkiefers, die Fig. G' bis J' die definitiven Prämolaren des Unterkiefers.

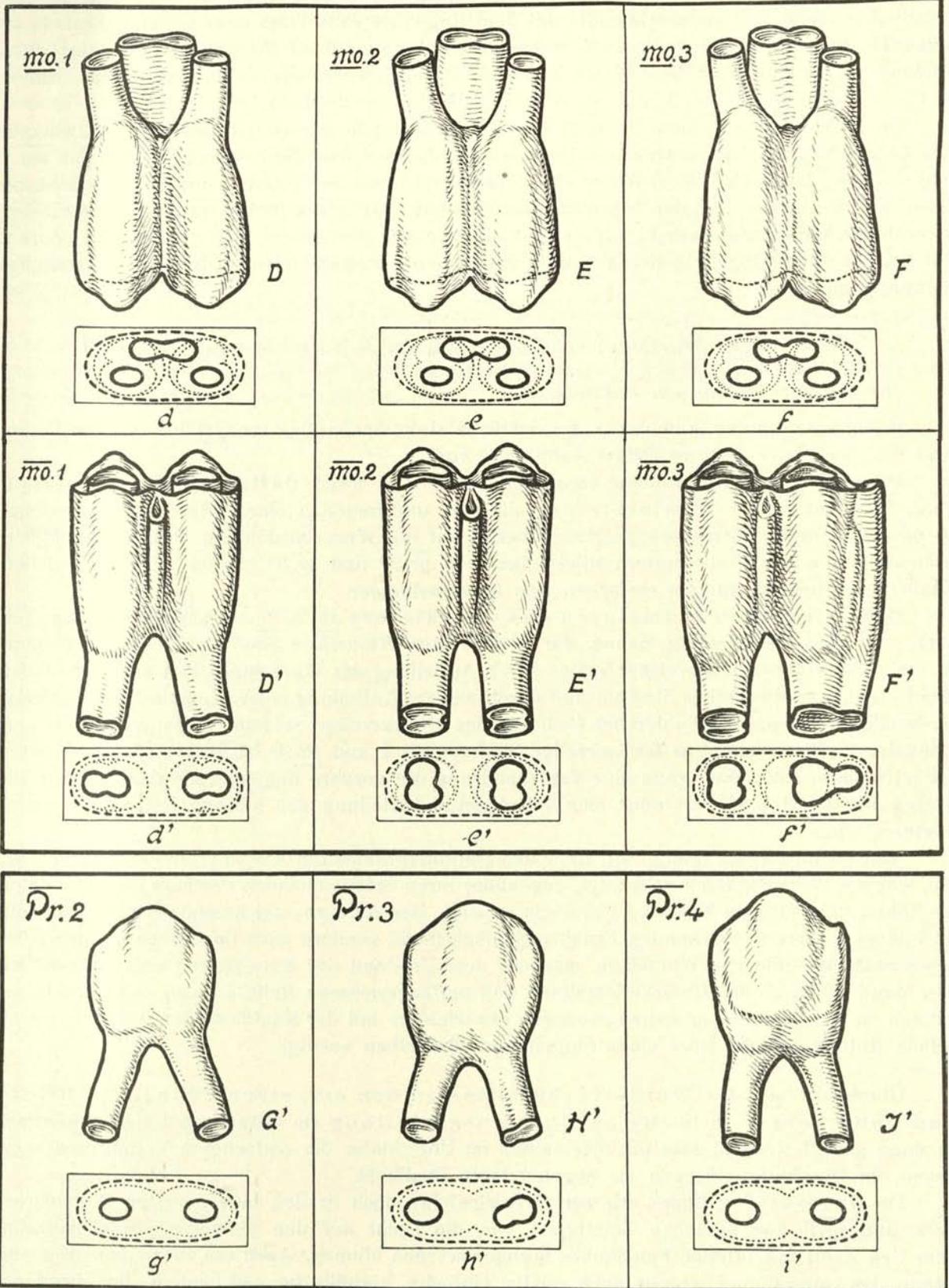
Sämtliche Zähne sind etwas schematisiert.

Jedem Zahn ist ein Grundriss-Schema zu seinen Wurzelverhältnissen beigegeben, das in starken, ausgezogenen Linien die vorliegenden Wurzeläste in der Grundrissprojektion wiedergibt. Die äusseren, stark punktierten Linien um die Wurzeläste herum sollen andeuten, dass diese ursprünglich aus einer einheitlichen, ungeteilten Anlage hervorgegangen sind, während die feiner punktierten Linien auf innerhalb der Wurzeldifferenzierung auftretende, auf die Grundform beziehbare Übergangsstadien der Wurzelbildung verweisen.

für die Backenzähne (Prämolaren und Molaren) des Rindes zu. Die Backzähne nehmen eine Übergangsstellung ein. Sie sind in ihren Jugendstadien wurzellos und besitzen demgemäss eine offene Pulpa. Sie bilden erst später eine deutlich abgesetzte Wurzel, wobei sich die Pulpa zu einer eingeschnürten umwandelt.

«Die Wurzelkanäle sind aber zunächst noch weit, und der in jedem Kanal befindliche Pulpaabschnitt verhält sich für sich noch eine Zeitlang weiter wie eine offene Pulpa. Er bewirkt so das Längenwachstum der einzelnen Wurzeln.»





dung getreten, und zwar so, dass von jedem Teilast der Becherwurzel der eine bukkale Ast selbständig bleibt, der andere linguale mit dem lingualen Teilast des benachbarten Bechers zu einem einzigen Wurzelast verschmilzt, sofern nicht die «vereinte» Wurzel den ursprünglichen Zustand wieder gibt. Auf diese Weise bildet sich ein dreiwurzelliger Zahntypus heraus, wie er in den Molaren mo.1, mo.2 und mo.3 am Oberkiefer verwirklicht ist.

Im Unterkiefer haben die Einzelbecher der zusammengesetzten Zähne den einwurzeligen Charakter beibehalten, welchem Umstand zufolge bei den zweibecherigen Molaren mo.1 und mo.2 Backzähne mit zwei Wurzelästen, einem vorderen und einem hinteren Ast, vorliegen. Einen zweiwurzeligen Zahntyp repräsentiert schliesslich auch der Molar mo.3 am Unterkiefer, wiewohl die hintere Zahnwurzel aus der Vereinigung der Becherwurzel der Zahnkomponente 2 mit der Wurzelverlängerung des als dritte Komponente ausgebildeten leistenartigen Zahnteiles hervorgegangen ist.

### *Der Wurzelbau an den Zähnen des Definitivgebisses*

#### *Die Verhältnisse an den Prämolaren.*

Bei den definitiven Prämolaren, die sämtliche einkomponentige Hartgebilde repräsentieren, liegt ein zwei- oder mehrwurzeliger Zahntypus vor.

Die einfachsten Verhältnisse veranschaulichen die drei definitiven Prämolaren Pr.2, Pr.3 und Pr.4 des Unterkiefers, die vorn und hinten je eine einfache Wurzel zeigen, so dass die unteren Dauerprämolaren in bezug auf die Wurzel Ausbildung dem oberen Milchprämolaren pr.2<sup>d</sup> und den untern Milchprämolaren pr.2<sup>d</sup> und pr.3<sup>d</sup> ähnlich sind, mit welchen Zähnen sie auch im übrigen einfachen Bau übereinstimmen.

Die definitiven Prämolaren des Oberkiefers Pr.2, Pr.3 und Pr.4 sind zum Teil drei-, zum Teil vierwurzelige Zähne. Sie dürften ihre Wurzeläste aber auch auf eine Stammwurzel zurückführen, aus welcher später durch Aufteilung der Wurzelanlage in bukkomedialer Richtung das zweiwurzelige Stadium und durch weitere Aufteilung jedes Wurzelastes in anteroposterialer bzw. posterior-anterialer Richtung das vierwurzelige Stadium hervorgeht, wie es im Prämolar Pr.3 vorliegt. Das dreiwurzellige Stadium (Pr.2 und Pr.4) ist leicht auf das vierwurzelige Stadium beziehbar, wenn eine Verschmelzung des vorderen lingualen mit dem hinteren lingualen Wurzelast postuliert oder eine inkomplette Aufteilung der offenen Pulpahöhle angenommen wird.

Interessanterweise finden wir unter den Definitivprämolaren des Oberkiefers Formen vor, die, was die Wurzelanlagen anbelangt, gegenüber ihren entsprechenden Partnern im Unterkiefer als höher differenzierte Formen zu bezeichnen sind. Der stärkere und kompliziertere, nicht nur im Interesse einer ausreichenden Ernährungsmöglichkeit, sondern auch im Interesse einer grösseren Stabilität gelegene Wurzelbau mag mit dem Umstand der Entwicklung einer gegenüber den Mahlf lächen an den Unterkieferzähnen weit umfangreicheren Reibfläche an den Oberkieferzähnen im Zusammenhang stehen, wogegen der leichtere mit der Kaufläche den Standort wechselnde Unterkieferzahn über einen einfacheren Wurzelbau verfügt.

Überblickt man die Wurzelverhältnisse an den einzelnen Zähnen im Milch- und Dauergebiss in bezug auf ihre Ausgestaltung im Ober- und Unterkiefer, so muss gesagt werden, dass im allgemeinen im Unterkiefer die einfacheren Verhältnisse vorliegen, im Oberkiefer dagegen die abgeleiteteren Zustände.

Im Unterkiefer finden wir im Milchgebiss noch in den beiden ersten Prämolaren pr.2 und pr.3 zweiwurzelige Zahntypen vor, die leicht auf den einwurzeligen Grundzahn oder den Zahn mit offener Pulpahöhle bezogen werden können. Auch die zusammengesetzten Zähne des Unterkiefers weisen noch relativ einfache Verhältnisse auf, indem die einzelnen

Becher des Prämolars  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  und der Molaren  $\overline{\text{mo.1}}$ ,  $\overline{\text{mo.2}}$  und  $\overline{\text{mo.3}}$  Wurzeln aufweisen, die als direkte Verlängerung ihres Zahnkörpers aufgefasst werden können.

Auch die Dauerzähne im Unterkiefer sind in bezug auf ihre Wurzelverhältnisse einfach gebaut. Alle drei definitiven Prämolaren haben nur je eine vordere und eine hintere Wurzel.

Im Oberkiefer finden wir dagegen weit häufiger die abgeleiteteren Verhältnisse.

Prämolar  $\underline{\text{pr.2}}^{\text{d}}$  im Milchgebiss ist zwar noch einfach gebaut und ebenso zeigt  $\underline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  als zusammengesetzter Zahn noch einfache Verhältnisse, wogegen der vierwurzelige Prämolars  $\underline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  und die nach hinten folgenden dreiwurzeligen Molaren  $\underline{\text{mo.1}}$ ,  $\underline{\text{mo.2}}$  und  $\underline{\text{mo.3}}$  eine von diesem Typus mehr abweichende, kompliziertere dreiästige Wurzelanlage zeigen, wobei der lingual entwickelte Wurzelast über ein weit geräumigeres Wurzellumen verfügt als die beiden bukkalen Einzeläste.

Auch in den Dauerprämolaren zeichnet sich der Oberkiefer durch spezialisiertere Wurzelbildungen an den einzelnen Zahntypen aus. Während die Prämolaren  $\underline{\text{Pr.2}}$  und  $\underline{\text{Pr.4}}$  dreiwurzelige Formen der Zahnentwicklung repräsentieren, so liegt im  $\underline{\text{Pr.3}}$  sogar ein mit vier Wurzelästen versehener Zahntypus vor.

## Legenden zu den Tiefdrucktafeln A—C

(Tafeln mit präparierten Einzelzähnen und Kieferhälften)

### Tafel A

Isolierte Zähne bzw. Zahnanlagen einer Reihe präparierter Oberkiefer von Schädeln verschiedenaltiger Rinderföten (intrauterines Untersuchungsmaterial). Milchzähne

#### pr. 2<sup>d</sup> (Fig. 1—9)

##### **Rinderfötus Nr. 344**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 89,2 cm.

**Fig. 1.** pr. 2<sup>d</sup> von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 2.** pr. 2<sup>d</sup> von der lingualen Seite

**Fig. 3.** pr. 2<sup>d</sup> von der vorderen (oralen) Seite

**Fig. 4.** pr. 2<sup>d</sup> von der hinteren (okzipitalen) Seite

**Fig. 5.** pr. 2<sup>d</sup> Blick auf die Kaufläche

**Fig. 6.** pr. 2<sup>d</sup> Zahn, nach Abtragung des Wurzelbodens. Blick in das Innere des Zahnes

**Fig. 7.** pr. 2<sup>d</sup> Wurzelboden des Zahnes. Blick auf die innere Wurzelbodenfläche

##### **Rinderfötus Nr. 335**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 91,0 cm

**Fig. 8.** pr. 2<sup>d</sup> von der labialen Seite

**Fig. 9.** pr. 2<sup>d</sup> von der lingualen Seite

#### pr. 3<sup>d</sup> (Fig. 10—30)

##### **Rinderfötus Nr. 315**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 50,0 cm.

**Fig. 10.** pr. 3<sup>d</sup> von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 11.** pr. 3<sup>d</sup> von der lingualen Seite

**Fig. 12.** pr. 3<sup>d</sup> von der vorderen (oralen) Seite

**Fig. 13.** pr. 3<sup>d</sup> Blick ins Innere des Zahnes nach Abtragung seiner Wurzelfläche

**Fig. 14.** pr. 3<sup>d</sup> Blick ins Innere des Zahnes nach Abtragung seiner Wurzelfläche und Ausräumung der Weichteile am Grunde der Kundengruben bei beiden Komponenten

**Fig. 15.** pr. 3<sup>d</sup> Blick auf die zukünftige Kaufläche des Zahnes, bzw. in die beiden Kundengruben (des vorderen und hinteren Zahnbechers)

##### **Rinderfötus Nr. 332**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 64,2 cm

**Fig. 16.** pr. 3<sup>d</sup> von der labialen Seite

**Fig. 17.** pr. 3<sup>d</sup> von der lingualen Seite

**Fig. 18.** pr. 3<sup>d</sup> von der hinteren (okzipitalen) Seite

**Fig. 19.** pr. 3<sup>d</sup> von der Kaufläche

**Fig. 20.** pr. 3<sup>d</sup> Blick in das Innere des Zahnes, nach Abtragung des Wurzelbodens

**Fig. 21.** pr. 3<sup>d</sup> Blick auf die Wurzelfläche. Weichteile über den Wurzelastansätzen entfernt

**Rinderfötus Nr. 344**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 89,2 cm

**Fig. 22.** pr. 3<sup>d</sup> von der labialen Seite**Fig. 23.** pr. 3<sup>d</sup> von der lingualen Seite**Fig. 24.** pr. 3<sup>d</sup> Blick ins Zahninnere. Abtragung des Wurzelbodens**Fig. 25.** pr. 3<sup>d</sup> Zahn mit Blick auf die Wurzelfläche. Weichteile in den sich ausbildenden Wurzelästen bei der Präparation belassen**Fig. 26.** pr. 3<sup>d</sup> Blick auf die Wurzelfläche. Weichteile aus den Ansätzen der Wurzeläste entfernt**Fig. 27.** pr. 3<sup>d</sup> Ansicht der zukünftigen Kaufläche des Zahnes. Blick in die Zahnbechergruben («Kundengruben»)**Fig. 28.** pr. 3<sup>d</sup> Vorderfläche des Zahnes dem Beschauer zugekehrt**Rinderfötus Nr. 335**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 91,0 cm

**Fig. 29.** pr. 3<sup>d</sup> von der labialen Seite**Fig. 30.** pr. 3<sup>d</sup> von der lingualen Seitepr. 4<sup>d</sup> (Fig. 31—54)**Rinderfötus Nr. 327**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 39,0 cm

**Fig. 31.** pr. 4<sup>d</sup> von der labialen (bukkalen) Seite**Fig. 32.** pr. 4<sup>d</sup> von der lingualen Seite**Rinderfötus Nr. 315**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 50,0 cm

**Fig. 33.** pr. 4<sup>d</sup> von der labialen Seite**Fig. 34.** pr. 4<sup>d</sup> von der lingualen Seite**Fig. 35.** pr. 4<sup>d</sup> Vorderseitenansicht des Zahnes**Fig. 36.** pr. 4<sup>d</sup> Hinterseitenansicht des Zahnes**Fig. 37.** pr. 4<sup>d</sup> Blick auf die zukünftige Kaufläche des Zahnes**Fig. 38.** pr. 4<sup>d</sup> Wurzelfläche des Zahnes. Weichteile bei der Exstirpation des Zahnes belassen**Rinderfötus Nr. 332**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 64,2 cm.

**Fig. 39.** pr. 4<sup>d</sup> von der labialen Seite**Fig. 40.** pr. 4<sup>d</sup> von der lingualen Seite**Fig. 41.** pr. 4<sup>d</sup> von der Vorderseite**Fig. 42.** pr. 4<sup>d</sup> von der Hinterseite**Fig. 43.** pr. 4<sup>d</sup> Blick auf die zukünftige Kaufläche des Zahnes**Fig. 44.** pr. 4<sup>d</sup> Wurzelfläche des Zahnes, Weichteile bei der Präparation im Bereich der Wurzelfläche belassen**Fig. 45.** pr. 4<sup>d</sup> Zahn mit abgetragener Wurzelfläche. Blick in das Zahninnere**Rinderfötus Nr. 344**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 89,2 cm

**Fig. 46.** pr. 4<sup>d</sup> von der labialen Seite**Fig. 47.** pr. 4<sup>d</sup> von der lingualen Seite**Fig. 48.** pr. 4<sup>d</sup> von der Vorderseite**Fig. 49.** pr. 4<sup>d</sup> von der Hinterseite**Fig. 50.** pr. 4<sup>d</sup> Blick auf die Wurzelfläche mit dem labialen vorderen und hinteren Wurzelast und der aus zwei Einzelästen hervorgegangenen lingualen Wurzel**Fig. 51.** pr. 4<sup>d</sup> Wurzelboden des Zahnes mit Blick auf die Innenfläche des Wurzelbodens**Fig. 52.** pr. 4<sup>d</sup> Zahn nach Abtragung des Wurzelbodens. Blick in das Zahninnere**Rinderfötus Nr. 335**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 91,0 cm

**Fig. 53.** pr. 4<sup>d</sup> Zahn von der labialen Seite**Fig. 54.** pr. 4<sup>d</sup> Zahn von der lingualen Seite

**mo. 1** (Fig. 55—61)**Rinderfötus Nr. 322**, ♂. Zahn am l. Oberkiefer

KSL. 63,0 cm

**Fig. 55.** mo. 1 Anlage von der labialen (bukkalen) Seite**Fig. 56.** mo. 1 Anlage von der lingualen Seite**Rinderfötus Nr. 332**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 64,2 cm

**Fig. 57.** mo. 1 Anlage von der labialen Seite**Fig. 58.** mo. 1 Anlage von der lingualen Seite**Fig. 59.** mo. 1 Zahnanlage mit Ansicht der zukünftigen Kaufläche**Rinderfötus Nr. 335**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer

KSL. 91,0 cm

**Fig. 60.** mo. 1 Zahnanlage von der labialen Seite**Fig. 61.** mo. 1 Zahnanlage von der lingualen Seite

Isolierte Zähne bzw. Zahnanlagen einer Reihe präparierter Unterkiefer von Schädeln verschiedenaltiger Rinderföten (intrauterines Untersuchungsmaterial). Milchzähne

**pr. 2<sup>d</sup>** (Fig. 62—72)**Rinderfötus Nr. 327**, ♀. Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 39,0 cm

**Fig. 62.** pr. 2<sup>d</sup> von der labialen (bukkalen) Seite**Fig. 63.** pr. 2<sup>d</sup> von der lingualen Seite**Rinderfötus Nr. 332**, ♀. Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 64,2 cm

**Fig. 64.** pr. 2<sup>d</sup> von der labialen Seite**Fig. 65.** pr. 2<sup>d</sup> von der lingualen Seite**Rinderfötus Nr. 310**, ♀. Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 72,0 cm

**Fig. 66.** pr. 2<sup>d</sup> von der labialen Seite**Rinderfötus Nr. 344**, ♀. Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 89,2 cm

**Fig. 67.** pr. 2<sup>d</sup> von der labialen Seite**Fig. 68.** pr. 2<sup>d</sup> von der lingualen Seite**Fig. 69.** pr. 2<sup>d</sup> von der Vorderseite**Fig. 70.** pr. 2<sup>d</sup> von der Hinterseite**Fig. 71.** pr. 2<sup>d</sup> Blick auf die Kaufläche**Fig. 72.** pr. 2<sup>d</sup> Blick auf die Wurzelfläche**pr. 3<sup>d</sup>** (Fig. 73—90)**Rinderfötus Nr. 315**, ♀. Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 50,0 cm

**Fig. 73.** pr. 3<sup>d</sup> von der labialen (bukkalen) Seite**Fig. 74.** pr. 3<sup>d</sup> von der lingualen Seite**Fig. 75.** pr. 3<sup>d</sup> Blick auf die Vorder- und Kaufläche des Zahnes**Fig. 76.** pr. 3<sup>d</sup> Blick auf die Kaufläche**Fig. 77.** pr. 3<sup>d</sup> Wurzelfläche, Weichteile am Zahn bei der Präparation belassen**Fig. 78.** pr. 3<sup>d</sup> Blick auf das Innere des Zahnes nach Abtragung des Wurzelbodens

## IV

**Rinderfötus Nr. 332**, ♀, Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 64,2 cm

**Fig. 79.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  von der labialen Seite**Fig. 80.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  von der lingualen Seite**Fig. 81.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  Blick auf die Kaufläche**Fig. 82.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  Blick auf die Wurzelfläche**Fig. 83a.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  Blick in das Innere des Zahnes nach Abtragung des Wurzelbodens**Fig. 83b.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  Wurzelboden. Innenfläche**Rinderfötus Nr. 362**, ♀, Zahn am l. Unterkiefer

KSL. 72,5 cm

**Fig. 84.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  von der labialen Seite**Rinderfötus Nr. 344**, ♀, Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 89,2 cm

**Fig. 85.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  von der labialen Seite**Fig. 86.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  von der lingualen Seite**Fig. 87.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  Vorderfläche des Zahnes mit eröffneter Pulpahöhle**Fig. 88.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  Vorderfläche des Zahnes mit Wurzelast**Fig. 89.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  Blick auf die Kaufläche**Fig. 90.**  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  Blick auf die Wurzelfläche. Weichteile aus den Ansätzen für die Wurzeläste entfernt $\overline{\text{pr. 4}^d}$  (Fig. 91—111)**Rinderfötus Nr. 327**, ♀, Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 39,0 cm

**Fig. 91.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  von der labialen (bukkalen) Seite**Fig. 92.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  von der lingualen Seite**Rinderfötus Nr. 315**, ♀, Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 50,0 cm

**Fig. 93.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  von der labialen Seite**Fig. 94.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  von der lingualen Seite**Fig. 95.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  Blick auf die Kaufläche**Fig. 96.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  Blick in das Innere des Zahnes nach Abtragung der Wurzelfläche**Fig. 97.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  Blick auf die Wurzelfläche**Fig. 98.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  Zahn mit Blick auf die hintere Zahnfläche**Rinderfötus Nr. 332**, ♀, Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 64,2 cm

**Fig. 99.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  von der labialen Seite**Fig. 100.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  von der lingualen Seite**Fig. 101.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  Blick auf die Kaufläche des Zahnes**Fig. 102.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  Blick in das Innere des Zahnes; Wurzelboden abgetragen**Fig. 103.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  hintere Zahnfläche mit Blick auf die Kaufläche**Fig. 104.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  Wurzelfläche des Zahnes**Rinderfötus Nr. 344**, ♀, Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 89,2 cm

**Fig. 105.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  von der labialen Seite**Fig. 106.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  von der lingualen Seite**Fig. 107.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  hintere Zahnfläche**Fig. 108.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  Kaufläche des Zahnes**Fig. 109.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  Blick in das Innere des Zahnes nach Abtragung der Wurzelfläche**Rinderfötus Nr. 335**, ♂, Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 91,0 cm

**Fig. 110.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  von der labialen Seite**Fig. 111.**  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  von der lingualen Seite

**mo. 1** (Fig. 112—117)**Rinderfötus Nr. 332**, ♀. Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 64,2 cm

**Fig. 112.** mo. 1 von der labialen (bukkalen) Seite**Fig. 113.** mo. 1 von der lingualen Seite**Rinderfötus Nr. 362**, ♀. Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 72,5 cm

**Fig. 114.** mo. 1 von der labialen Seite**Fig. 115.** mo. 1 von der lingualen Seite**Rinderfötus Nr. 335**, ♂. Zahn vom l. Unterkiefer

KSL. 91,0 cm

**Fig. 116.** mo. 1 von der labialen Seite**Fig. 117.** mo. 1 von der lingualen Seite**Ober- und Unterkiefer** (Fig. 118—121)**Rinderfötus Nr. 316**, ♂.

KSL. 30,0 cm

**Fig. 118.** Linker Oberkiefer, von der labialen (bukkalen) Seite**Fig. 119.** Linker Unterkiefer, von der labialen (bukkalen) Seite**Rinderfötus Nr. 322**, ♂.

KSL. 63,0 cm

**Fig. 120.** Linker Oberkiefer, von der labialen (bukkalen) Seite**Fig. 121.** Linker Unterkiefer, von der labialen (bukkalen) Seite**Tafel B**

Isolierte Zähne bzw. Zahnanlagen einer Reihe präparierter Oberkiefer von Schädeln verschiedenaltiger Rinder (extrauterines Untersuchungsmaterial). Milchzähne

**pr. 2<sup>d</sup>** (Fig. 1 und 2)**Rind Nr. 410**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer

sicher 9 Monate alt

**Fig. 1.** pr. 2<sup>d</sup> von der labialen (bukkalen) Seite**Fig. 2.** pr. 2<sup>d</sup> von der lingualen Seite**pr. 3<sup>d</sup>** (Fig. 3 und 4)**Rind Nr. 410**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer

sicher 9 Monate alt

**Fig. 3.** pr. 3<sup>d</sup> von der labialen (bukkalen) Seite**Fig. 4.** pr. 3<sup>d</sup> von der lingualen Seite**pr. 4<sup>d</sup>** (Fig. 5—7)**Rind Nr. 397** (Geschl.—). Zahn vom l. Oberkiefer

angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 5.** pr. 4<sup>d</sup> von der labialen (bukkalen) Seite**Fig. 6.** pr. 4<sup>d</sup> von der lingualen Seite**Fig. 7.** pr. 4<sup>d</sup> von der Kaufläche

**mo. 1** (Fig. 8—10)

**Rind Nr. 410**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer  
sicher 9 Monate alt

**Fig. 8.** mo. 1 von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 9.** mo. 1 von der lingualen Seite

**Fig. 10.** mo. 1 von der Kaufläche

**mo. 2** (Fig. 11—17)

**Rind Nr. 410**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer  
sicher 9 Monate alt

**Fig. 11.** mo. 2 von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 12.** mo. 2 von der lingualen Seite

**Fig. 13.** mo. 2 von der Kaufläche

**Fig. 14.** mo. 2 Blick in das Innere des Zahnes nach Abtragung der Wurzelfläche

**Rind Nr. 442**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich 4 Jahre alt

**Fig. 15.** mo. 2 von der labialen Seite

**Fig. 16.** mo. 2 von der lingualen Seite

**Fig. 17.** mo. 2 Blick auf die Kaufläche

**mo. 3** (Fig. 18—30)

**Rind Nr. 410**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer  
sicher 9 Monate alt

**Fig. 18.** mo. 3 von der Labial-(Bukkal-)seite

**Fig. 19.** mo. 3 von der Lingualseite

**Rind Nr. 390**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer  
1 Jahr und 3 Monate alt

**Fig. 20.** mo. 3 von der Labialseite

**Fig. 21.** mo. 3 von der Lingualseite

**Fig. 22.** mo. 3 Blick auf die Kaufläche

**Rind Nr. 397** (Geschl. —). Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 23.** mo. 3 von der Labialseite

**Fig. 24.** mo. 3 von der Lingualseite

**Fig. 25.** mo. 3 Blick auf die Kaufläche

**Fig. 26.** mo. 3 Blick auf die Wurzelfläche nach Entfernung der Weichteile aus den Wurzelanlagen

**Rind Nr. 388**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich 2 Jahre alt

**Fig. 27.** mo. 3 von der labialen Seite

**Fig. 28.** mo. 3 von der lingualen Seite

**Fig. 29.** mo. 3 Blick auf die Kaufläche

**Rind Nr. 442**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich 4 Jahre alt

**Fig. 30.** mo. 3 Blick auf die Kaufläche

**Fig. 30a.\*** mo. 3 von der labialen Seite

**Fig. 30b.\*** mo. 3 von der lingualen Seite

\* Auf Tafel C

# Isolierte Zähne bzw. Zahnanlagen einer Reihe präparierter Unterkiefer von Schädeln verschiedenaltiger Rinder (extrauterines Untersuchungsmaterial). Milchzähne

## $\overline{\text{pr. 2}^{\text{a}}}$ (Fig. 31—33)

**Rind Nr. 410**, ♂. Zahn vom l. Unterkiefer  
sicher 9 Monate alt

**Fig. 31.**  $\overline{\text{pr. 2}^{\text{d}}}$  von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 32.**  $\overline{\text{pr. 2}^{\text{d}}}$  von der lingualen Seite

**Fig. 33.**  $\overline{\text{pr. 2}^{\text{d}}}$  Blick auf die Kaufläche

## $\overline{\text{pr. 3}^{\text{a}}}$ (Fig. 34—36)

**Rind Nr. 397** (Geschl. —). Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 34.**  $\overline{\text{pr. 3}^{\text{d}}}$  von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 35.**  $\overline{\text{pr. 3}^{\text{d}}}$  von der lingualen Seite

**Fig. 36.**  $\overline{\text{pr. 3}^{\text{d}}}$  Blick auf die Kaufläche

## $\overline{\text{pr. 4}^{\text{a}}}$ (Fig. 37—39)

**Rind Nr. 397** (Geschl. —). Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 37.**  $\overline{\text{pr. 4}^{\text{d}}}$  Blick auf die Kaufläche

**Fig. 38.**  $\overline{\text{pr. 4}^{\text{d}}}$  von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 39.**  $\overline{\text{pr. 4}^{\text{d}}}$  von der lingualen Seite

## $\overline{\text{mo. 1}}$ (Fig. 40—41)

**Rind Nr. 410**, ♂. Zahn vom l. Unterkiefer  
sicher 9 Monate alt

**Fig. 40.**  $\overline{\text{mo. 1}}$  von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 41.**  $\overline{\text{mo. 1}}$  von der lingualen Seite

**Fig. 41a.**  $\overline{\text{mo. 1}}$  Blick auf die Kaufläche. Figur befindet sich auf der linken Seite in der Mitte der Doppeltafel

## $\overline{\text{mo. 2}}$ (Fig. 42—47)

**Rind Nr. 410**, ♂. Zahn vom l. Unterkiefer  
sicher 9 Monate alt.

**Fig. 42.**  $\overline{\text{mo. 2}}$  von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 43.**  $\overline{\text{mo. 2}}$  von der lingualen Seite

**Fig. 44.**  $\overline{\text{mo. 2}}$  Blick auf die Kaufläche

**Rind Nr. 442**, ♂. Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich 4 Jahre alt

**Fig. 45.**  $\overline{\text{mo. 2}}$  von der labialen Seite

**Fig. 46.**  $\overline{\text{mo. 2}}$  von der lingualen Seite

**Fig. 47.**  $\overline{\text{mo. 2}}$  Blick auf die Kaufläche

## $\overline{\text{mo. 3}}$ (Fig. 48—57)

**Rind Nr. 410**, ♂. Zahn vom l. Unterkiefer  
sicher 9 Monate alt

**Fig. 48.**  $\overline{\text{mo. 3}}$  von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 49.**  $\overline{\text{mo. 3}}$  von der lingualen Seite

## VIII

**Rind Nr. 391**, ♀. Zahn vom 1. Unterkiefer

sicher 1 Jahr alt

**Fig. 50.**  $\overline{\text{mo.3}}$  von der labialen Seite**Fig. 51.**  $\overline{\text{mo.3}}$  von der lingualen Seite**Rind Nr. 392**, ♂. Zahn vom 1. Unterkiefer

angeblich 1 Jahr und 6 Monate alt (nach dem Verhalten der Schneidezähne jedoch jünger)

**Fig. 52.**  $\overline{\text{mo.3}}$  von der labialen Seite**Fig. 53.**  $\overline{\text{mo.3}}$  von der lingualen Seite**Fig. 54.**  $\overline{\text{mo.3}}$  Blick auf die Kaufläche**Rind Nr. 442**, ♂. Zahn vom 1. Unterkiefer

angeblich 4 Jahre alt

**Fig. 55.**  $\overline{\text{mo.3}}$  von der labialen Seite**Fig. 56.**  $\overline{\text{mo.3}}$  von der lingualen Seite**Fig. 57.**  $\overline{\text{mo.3}}$  Blick auf die Kaufläche**Tafel C****Isolierte Zähne bzw. Zahnanlagen präparierter Oberkiefer von Schädeln verschieden-  
altriger Rinder (extrauterines Untersuchungsmaterial). Definitivzähne****Pr. 2** (Fig. 1—19)**Rind Nr. 390**, ♀. Zahn vom 1. Oberkiefer

1 Jahr und 3 Monate alt

**Fig. 1.** Pr. 2 linguale Becherwand, konnte mit der labialen Becherwand zufolge der Weichheit der basalen Teile der Anlage nicht im Zusammenhang beider Präparate herausgenommen werden**Fig. 2.** Pr. 2 labiale Becherwand des Zahnbeckers isoliert. Blick auf die labiale (bukkale) Wandseite. Rechts daneben die im Innern des Zahnbeckers gelegenen Weichteile**Rind Nr. 401** (Geschl. —). Zahn vom 1. Oberkiefer

1 Jahr und 3 Monate alt

**Fig. 3.** Pr. 2 Blick auf die labiale Seite des Zahnbeckers**Fig. 4.** Pr. 2 Blick auf die linguale Kaufläche**Fig. 5.** Pr. 2 Blick auf die zukünftige Kaufläche des Zahnes**Rind Nr. 393**, ♂. Zahn vom 1. Oberkiefer

angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 6.** Pr. 2 von der labialen Seite**Fig. 7.** Pr. 2 von der lingualen Seite**Fig. 8.** Pr. 2 Blick auf die zukünftige Kaufläche**Rind Nr. 388**, ♀. Zahn vom 1. Oberkiefer

angeblich 2 Jahre alt

**Fig. 9.** Pr. 2 von der labialen Seite**Fig. 10.** Pr. 2 von der lingualen Seite**Fig. 11.** Pr. 2 Blick auf die zukünftige Kaufläche**Fig. 12.** Pr. 2 Blick auf die Wurzelfläche unter Belassung der Weichteile in den Wurzelanlagen**Fig. 13.**<sup>1</sup>

Fig. 13. stellt eine Ansicht des Prämolars Pr. 4 dar und befindet sich unter den Bildern, die auf diesen Bezug nehmen, d. h. in der Gruppe Fig. 32-34 auf der nämlichen Tafel.

**Rind Nr. 397** (Geschl. —). Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 14.** Pr. 2 von der labialen Seite

**Fig. 15.** Pr. 2 von der lingualen Seite

**Fig. 16.** Pr. 2 Blick auf die Kaufläche des Zahnes

**Rind Nr. 442**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich 4 Jahre alt

**Fig. 17.** Pr. 2 von der labialen Seite

**Fig. 18.** Pr. 2 von der lingualen Seite

**Fig. 19.** Pr. 2 Blick auf die Kaufläche

#### Pr. 3 (Fig. 20—28)

**Rind Nr. 401** (Geschl. —). Zahn vom l. Oberkiefer  
1 Jahr und 3 Monate alt

**Fig. 20.** Pr. 3 Zahnanlage von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 21.** Pr. 3 Zahnanlage von der lingualen Seite

**Rind Nr. 397** (Geschl. —). Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 22.** Pr. 3 von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 23.** Pr. 3 von der lingualen Seite

**Fig. 24.** Pr. 3 Blick auf die Kaufläche

**Fig. 25.** Pr. 3 Blick auf die Wurzelfläche und in das Innere des Zahnes nach Entfernung der Weichteile im Bereich des Wurzelbodens

**Rind Nr. 442**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich 4 Jahre alt

**Fig. 26.** Pr. 3 von der labialen Seite

**Fig. 27.** Pr. 3 von der lingualen Seite

**Fig. 28.** Pr. 3 Blick auf die Kaufläche

#### Pr. 4 (Fig. 29—40 und Fig. 13)

**Rind Nr. 393**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 29.** Pr. 4 von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 30.** Pr. 4 von der lingualen Seite

**Fig. 31.** Pr. 4 Blick auf die zukünftige Kaufläche

**Rind Nr. 388**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich 2 Jahre alt

**Fig. 32.** Pr. 4 von der labialen Seite

**Fig. 33.** Pr. 4 von der lingualen Seite

**Fig. 34.** Pr. 4 Blick auf die Kaufläche

**Fig. 13.** Pr. 4 Blick auf das Innere des Zahnes nach Entfernung der Weichteile vom Wurzelboden aus

**Rind Nr. 445**, ♀. Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich zirka 2 Jahre alt

**Fig. 35.** Pr. 4 Zahn von der labialen Seite

**Fig. 36.** Pr. 4 Zahn von der lingualen Seite

**Fig. 37.** Pr. 4 Zahn nach Abdeckung des Wurzelbodens und Eröffnung des Innern. Entfernung der Weichteile

**Rind Nr. 442**, ♂. Zahn vom l. Oberkiefer  
angeblich 4 Jahre alt

**Fig. 38.** Pr. 4 Zahn von der labialen Seite

**Fig. 39.** Pr. 4 Zahn von der lingualen Seite

**Fig. 40.** Pr. 4 Kaufläche des Zahnes

## Isolierte Zähne bzw. Zahnanlagen präparierter Unterkiefer von Schädeln verschieden- altriger Rinder (extrauterines Untersuchungsmaterial). Definitivzähne

### $\overline{\text{Pr. 2}}$ (Fig. 41—53b)

**Rind Nr. 393**, ♂. Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 41.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Zahn von der labialen (bukkalen) Seite

**Rind Nr. 388**, ♀. Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich 2 Jahre alt

**Fig. 42.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Zahn von der labialen Seite

**Fig. 43.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Zahn von der lingualen Seite

**Rind Nr. 444**, ♀. Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich 2 Jahre alt

**Fig. 44.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Zahn von der labialen Seite

**Fig. 45.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Zahn von der lingualen Seite

**Fig. 46.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Blick auf die «Kaufläche» des Zahnes

**Rind Nr. 445**, ♀. Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich zirka 2 Jahre alt

**Fig. 47.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Zahn von der labialen Seite

**Fig. 48.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Zahn von der lingualen Seite

**Fig. 49.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Blick auf die Reibfläche des Zahnes

**Rind Nr. 397** (Geschl. —). Zahn vom rechten Unterkiefer  
angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 50.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Zahn von der lingualen Seite

**Fig. 51.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Zahn von der labialen Seite

**Fig. 52.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Blick auf die Reibfläche des Zahnes

**Rind Nr. 442**, ♂. Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich 4 Jahre alt

**Fig. 53.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  von der lingualen Seite

**Fig. 53a.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  von der labialen Seite

**Fig. 53b.**  $\overline{\text{Pr. 2}}$  Blick auf die Reibfläche des Zahnes

### $\overline{\text{Pr. 3}}$ (Fig. 54—65)

**Rind Nr. 390**, ♀. Zahn vom rechten Unterkiefer  
1 Jahr und 3 Monate alt

**Fig. 54.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  Anlage von der labialen (bukkalen) Seite

**Rind Nr. 401** (Geschl. —). Zahn vom l. Unterkiefer  
1 Jahr und 3 Monate alt

**Fig. 55.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  von der labialen Seite

**Fig. 56.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  von der lingualen Seite

**Fig. 57.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  Blick auf die Reibfläche des Zahnes

**Rind Nr. 446**, ♀. Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich 1 Jahr und 9 Monate alt

**Fig. 58.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  von der labialen Seite

**Fig. 59.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  von der lingualen Seite

**Rind Nr. 397** (Geschl. —). Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 60.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  von der labialen Seite

**Fig. 61.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  von der lingualen Seite

**Fig. 62.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  von der Reibfläche gesehen

**Rind Nr. 442,** ♂. Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich 4 Jahre alt

**Fig. 63.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  von der labialen Seite

**Fig. 64.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  von der lingualen Seite

**Fig. 65.**  $\overline{\text{Pr. 3}}$  von der Reibfläche

**$\overline{\text{Pr. 4}}$**  (Fig. 66 – 72)

**Rind Nr. 393,** ♂. Zahn vom rechten Unterkiefer  
angeblich 1 Jahr und 5 Monate alt

**Fig. 66.**  $\overline{\text{Pr. 4}}$  von der labialen (bukkalen) Seite

**Fig. 67.**  $\overline{\text{Pr. 4}}$  von der lingualen Seite

**Fig. 68.**  $\overline{\text{Pr. 4}}$  Reibfläche des Zahnes

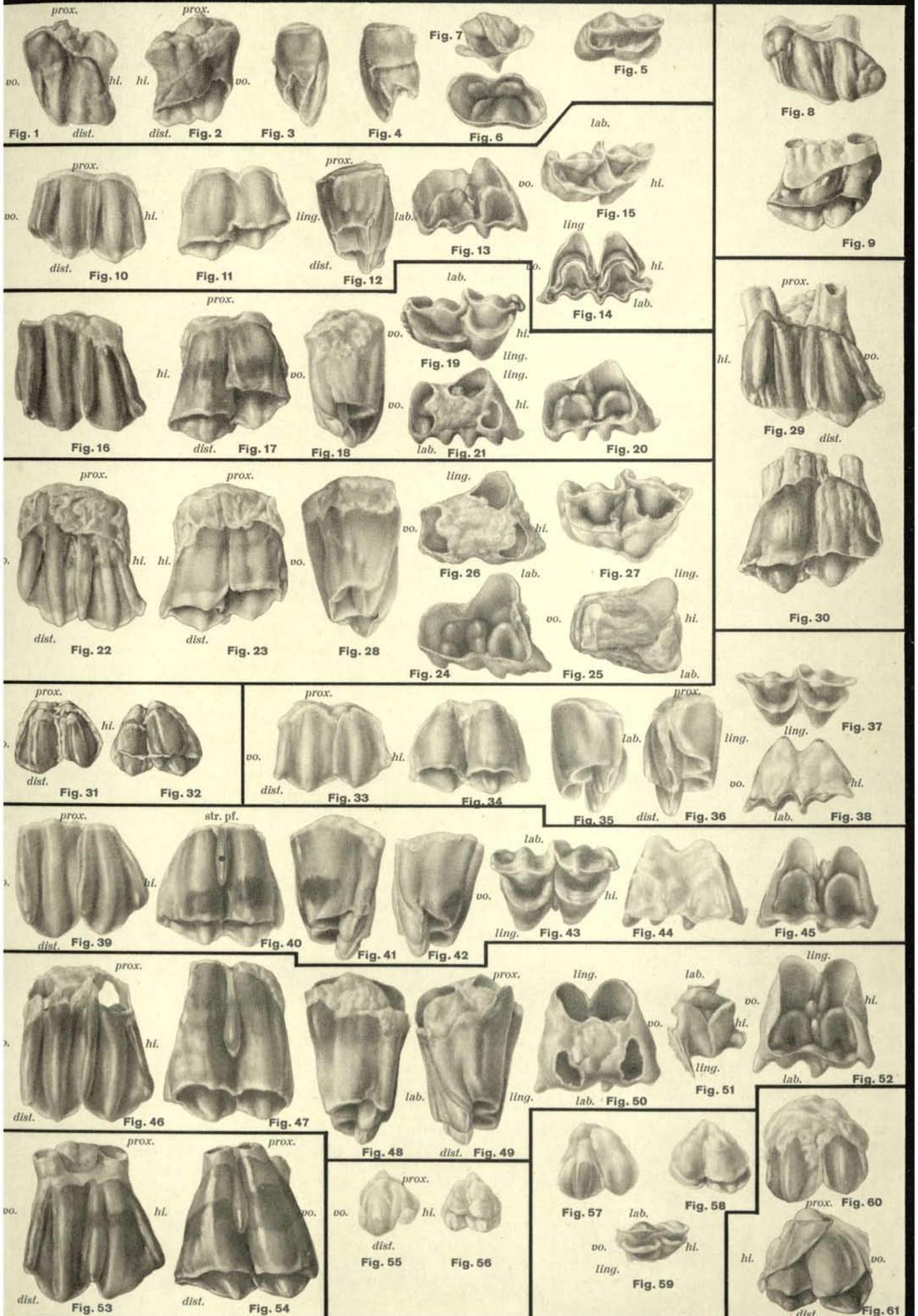
**Fig. 69.**  $\overline{\text{Pr. 4}}$  Wurzelfläche des Zahnes

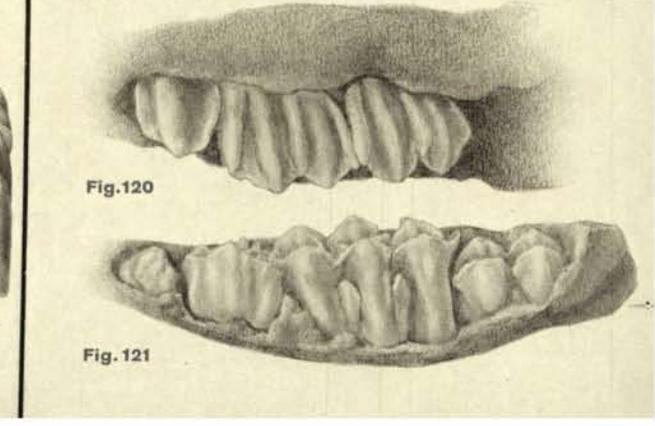
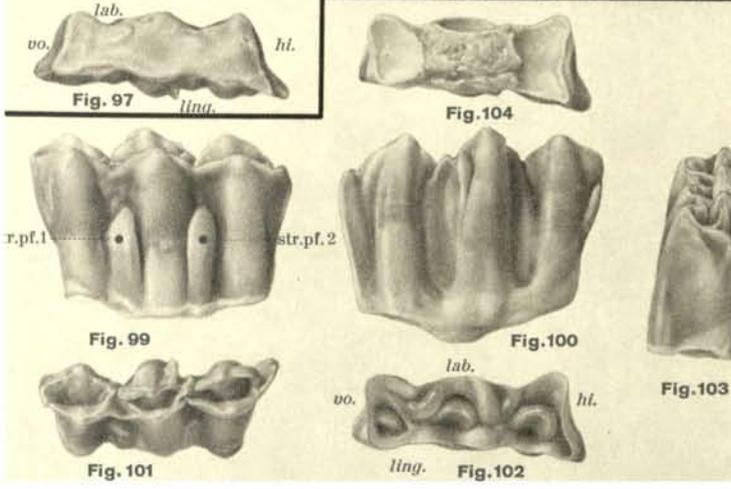
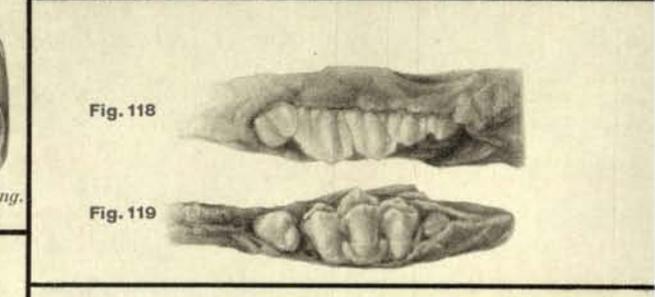
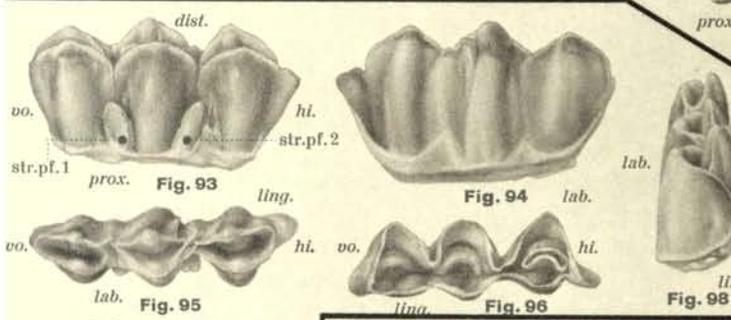
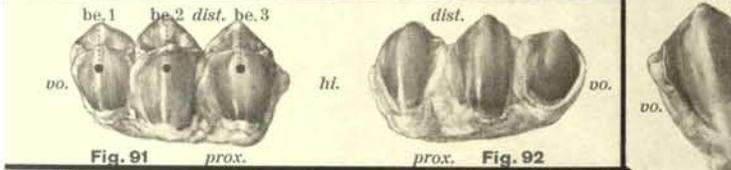
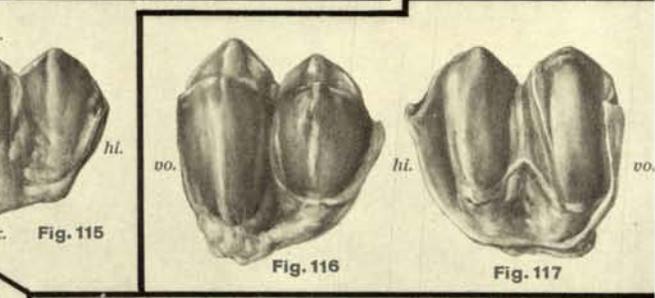
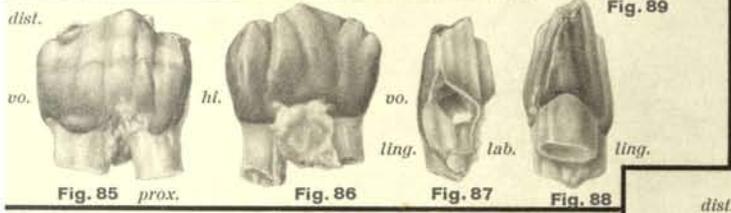
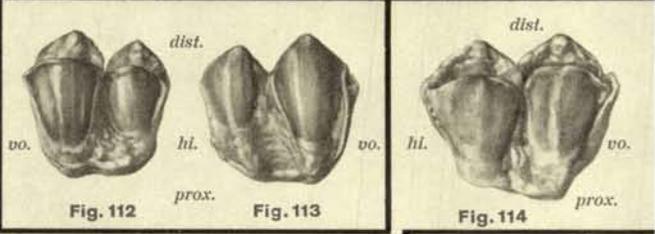
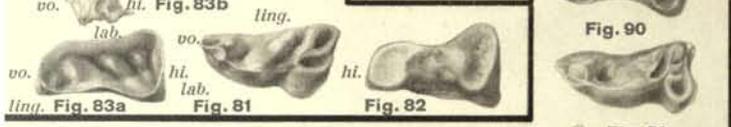
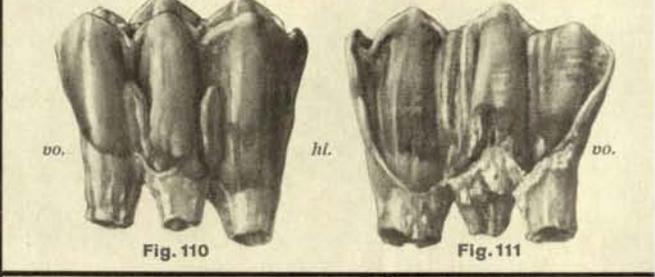
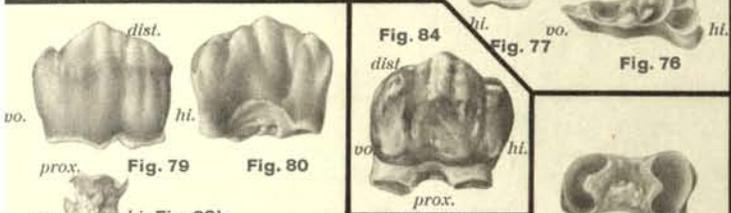
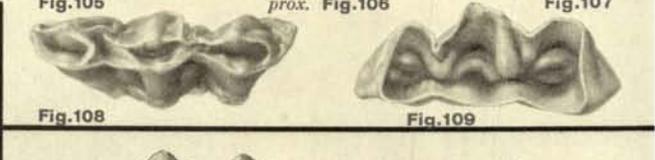
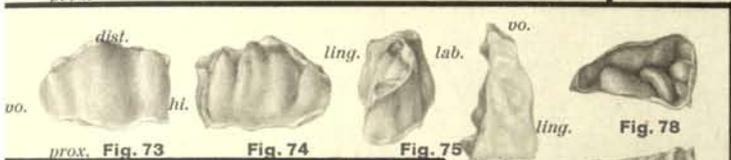
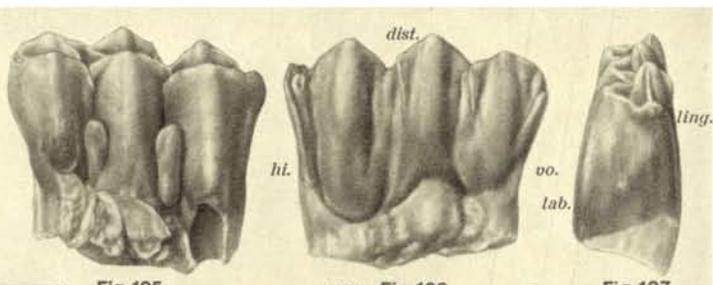
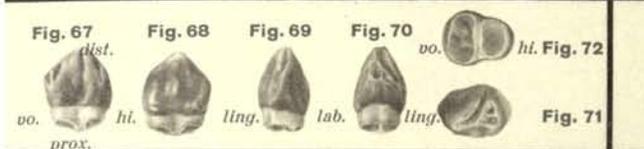
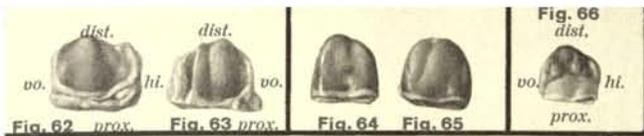
**Rind Nr. 442,** ♂. Zahn vom l. Unterkiefer  
angeblich 4 Jahre alt

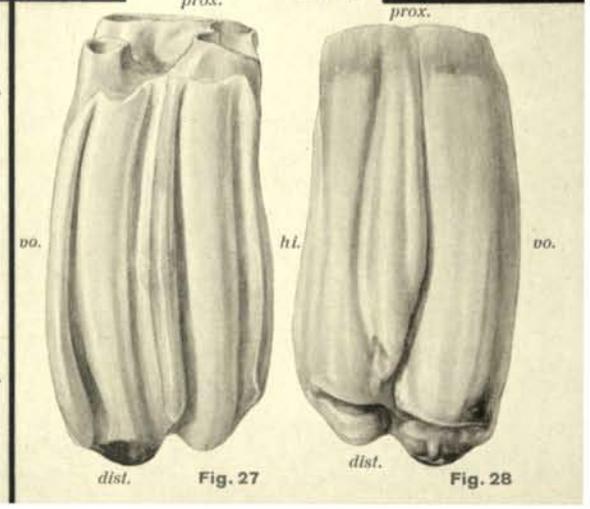
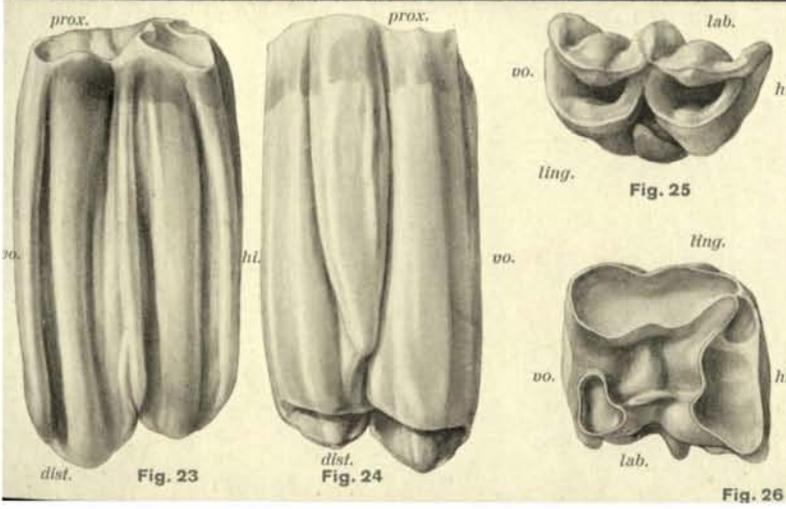
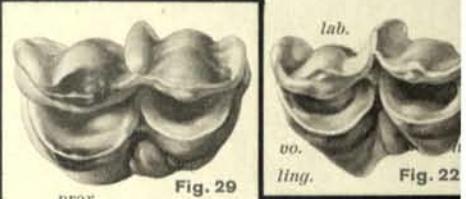
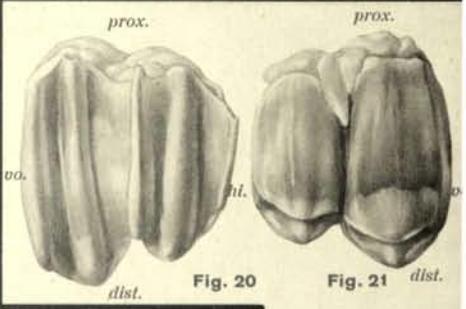
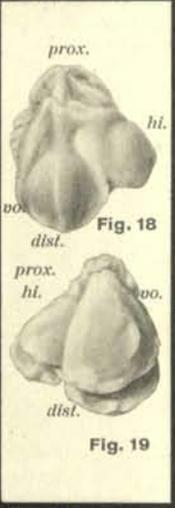
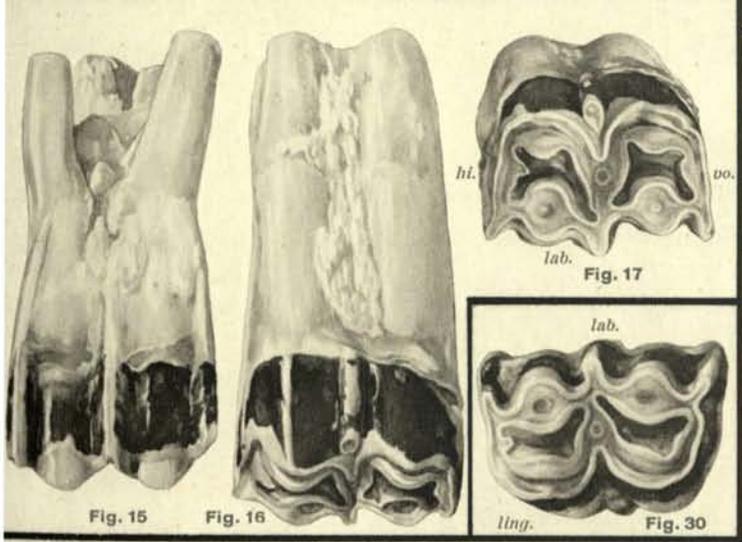
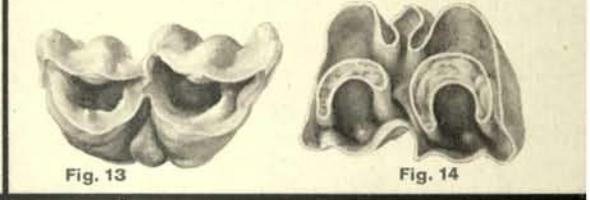
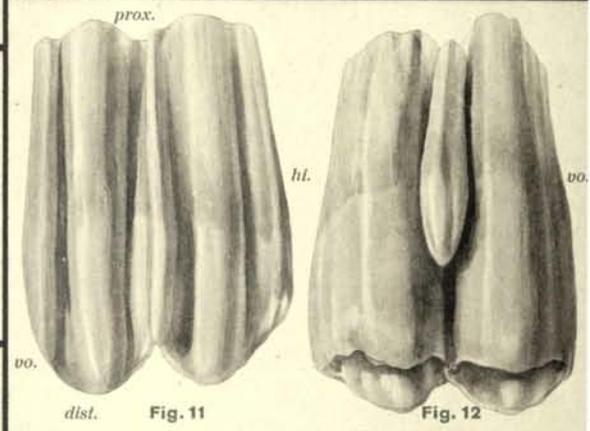
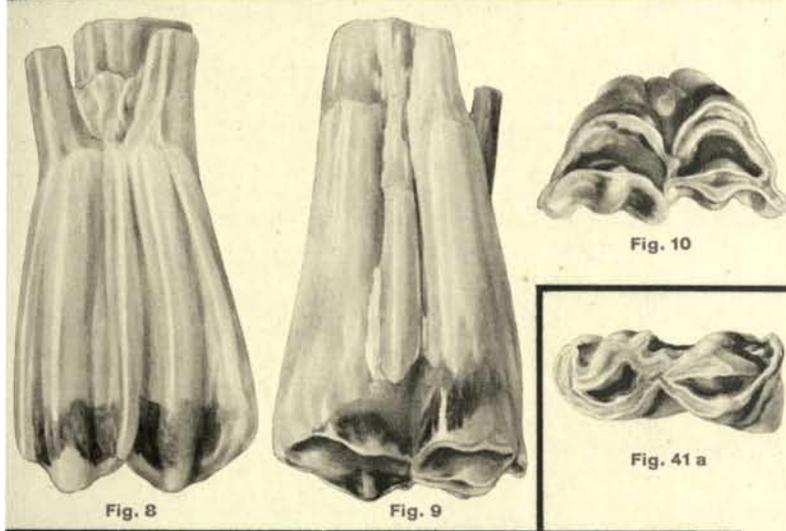
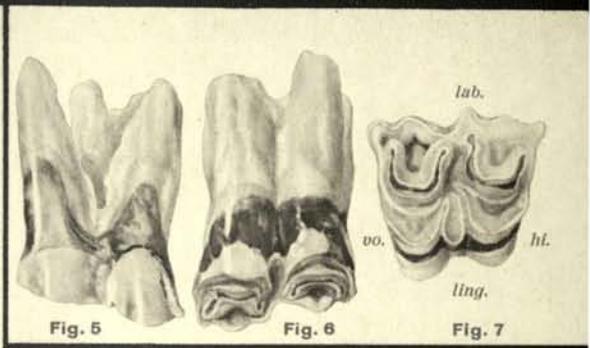
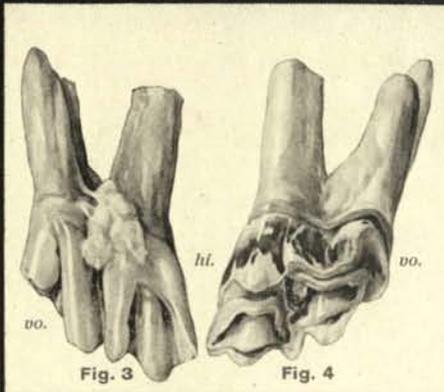
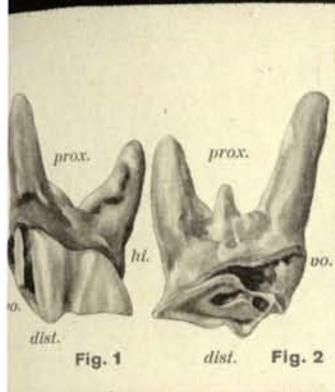
**Fig. 70.**  $\overline{\text{Pr. 4}}$  von der labialen Seite

**Fig. 71.**  $\overline{\text{Pr. 4}}$  von der lingualen Seite

**Fig. 72.**  $\overline{\text{Pr. 4}}$  Reibfläche des Zahnes

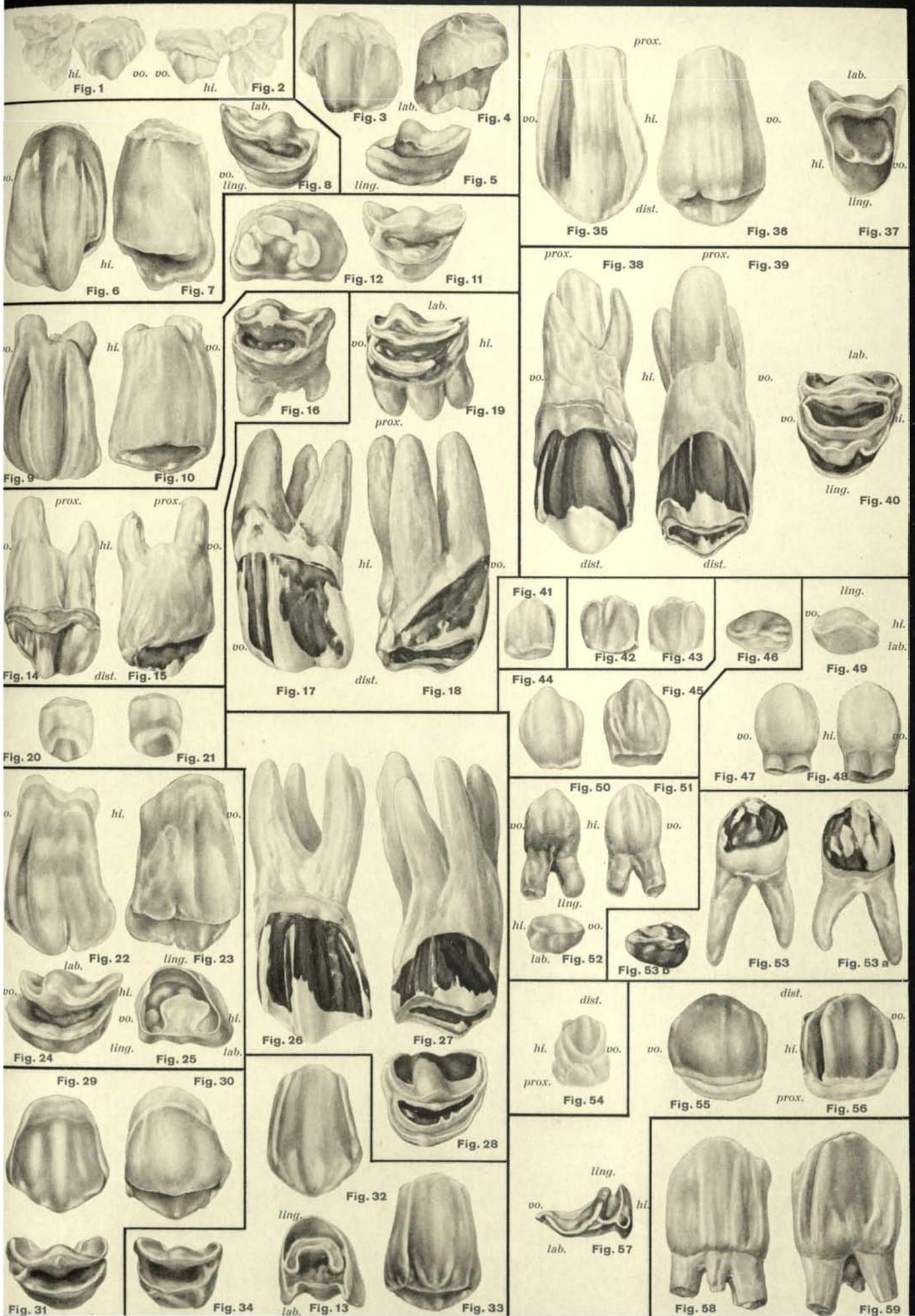








Denkschriften der Schweiz. Naturf. Gesellschaft, Bd. LXX



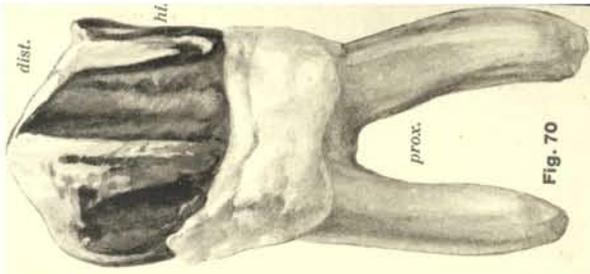


Fig. 70

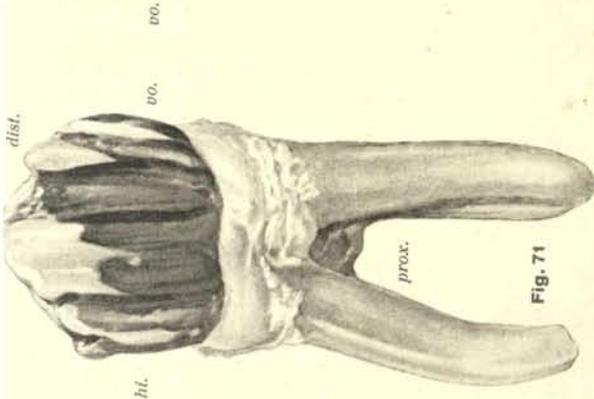


Fig. 71

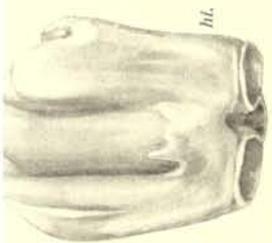


Fig. 67

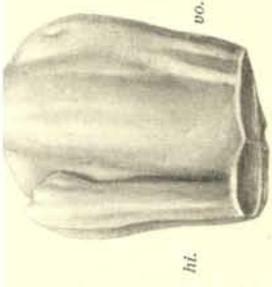


Fig. 66

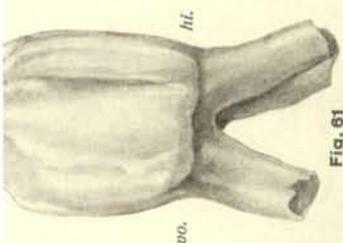


Fig. 61

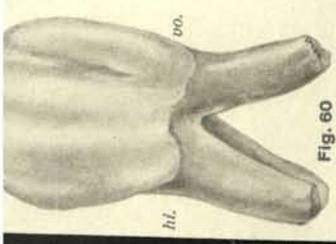


Fig. 60



Fig. 69



Fig. 68



Fig. 62

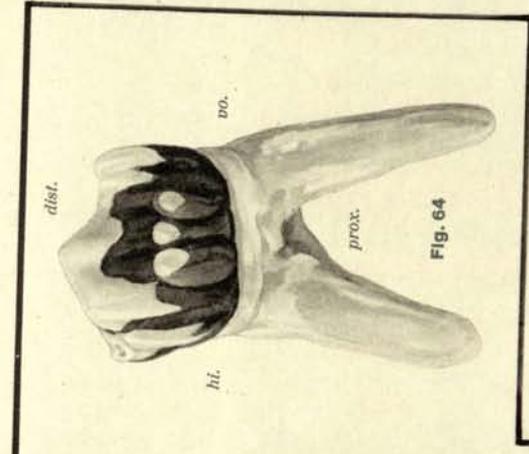


Fig. 64

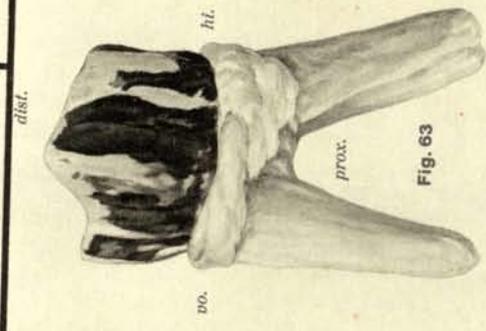


Fig. 63

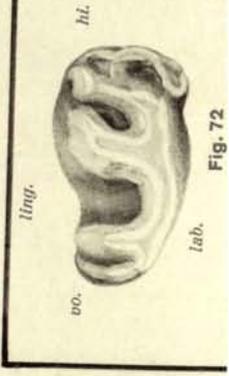


Fig. 72

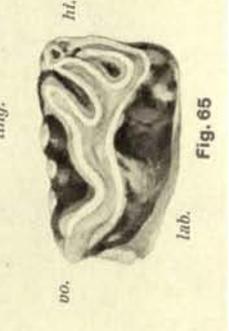


Fig. 65

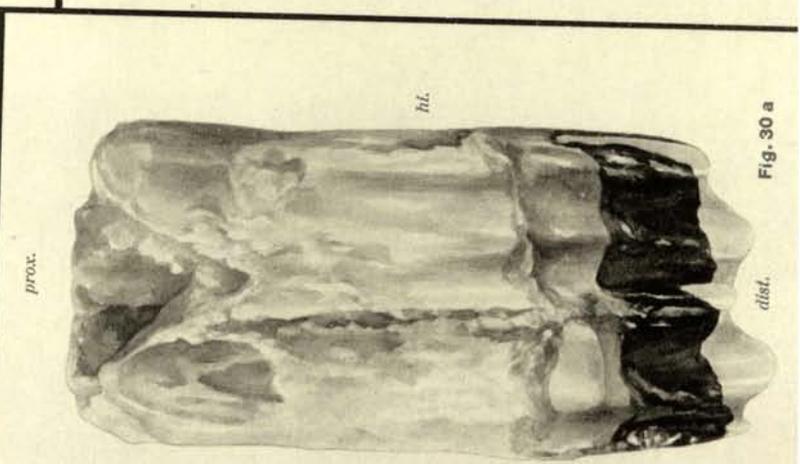


Fig. 30 a



Fig. 30 b

## VIERTER ABSCHNITT

# Über die gegenseitigen Beziehungen der Backenzähne des Ober- und Unterkiefers im Gebiss des Rindes

## A. Das Verhalten der Zahnreihen an einem mit Definitivzähnen ausgerüsteten Gebiss

### Die Verhältnisse bei einem 8jährigen Rind (Kuh)

#### 1. Allgemeine Feststellungen in bezug auf das Aufeinanderpassen der Zähne des Ober- und Unterkiefers

##### a) *Die Situation in der Ruhelage.*

Hierzu: Taf. D, Fig. 1.

Bei Betrachtung des Backenzahngebisses in normaler Ruhelage von der linken bzw. rechten Seite her zeigt sich, dass die Oberkieferzähne mit ihren äussern distalen Wandteilen die bukkal gerichteten Wände der Zahnbecher des Unterkiefers teilweise überhängend bedecken. Ihre Schmelzzacken kommen mehr oder weniger tief über die gewölbten bukkalen Wände der einzelnen Zahnbecher im Unterkiefer zu liegen. Eine Ausnahme unter den Unterkieferzähnen macht in bezug auf die Überdeckung von seiten eines Oberkieferpartners der vorderste Prämolare  $\overline{\text{Pr. 2}}$ , der nicht überdeckt wird, da die distale Spitze der Wand des Zahnbechers von Prämolare  $\overline{\text{Pr. 2}}$  im Oberkiefer bereits die ovale Partie der Seitenwand des Unterkieferprämolars  $\overline{\text{Pr. 3}}$  überdeckt. Prämolare  $\overline{\text{Pr. 2}}$  steht zum grössten Teil frei.

##### b) *Die Situation bei der Seitenverschiebung des Unterkiefers (Mahlausschlag nach links und Mahlausschlag nach rechts).*

Hierzu: Taf. E, Fig. 2 und Taf. F, Fig. 3.

Diese Situation ändert sich, sobald der Unterkiefer nach links oder nach rechts ausschlägt und bei dieser Verschiebung die von innen nach aussen schief abfallenden Reibflächen der Unterkieferzähne die ebenfalls in linguo-bukkaler Richtung geneigten Oberkieferzahnmahlflächen schierend beschleifen, bis der maximale Ausschlag links bzw. rechts erreicht ist.

Trifft man beispielsweise die Zahnreihe des Unterkiefers in der Phase des maximalen Ausschlages nach links auf den Reibflächen der Zähne des Oberkiefers (Taf. E, Fig. 2) und gleitet dabei die Gesamtheit der Kauflächen der Zähne des Unterkiefers über die Gesamtheit der Kauflächen der Oberkieferzähne, sodass die Spitzen der Zähne des Oberkiefers grösstenteils die bukkalen Ränder der Kauflächen der Unterkieferpartner berühren oder doch über ihnen stehen, so nehmen die einzelnen Zähne des Oberkiefers (die beiden vordersten Backenzähne des Ober- und Unterkiefers befinden sich in diesem Moment der Kieferbewegung in vollständig freier Lage und berühren sich gegenseitig nicht mehr) zu den Mahlflächen der Teilabschnitte der Unterkieferzähne eine streng fixierte Lage ein.

Im Oberkiefer steht die Spitze des dem Prämolar Pr.4 angehörenden Zahnbechers in dem vom hinteren Teil des Prämolar Pr.4 und der ersten Komponente des Molar mo.1 gebildeten Zahneinschnitt. Die Spitze der ersten Komponente des Molar mo.1 am Oberkiefer liegt zwischen der von der ersten und zweiten Komponente (und der dazwischenliegenden Zahnsäule) des Molar mo.1 im Unterkiefer gebildeten Zahnbechers. Die Spitze der Komponente 2 von Molar mo.1 am Oberkiefer befindet sich in einer Vertiefung, die durch das Aneinanderstossen der zweiten Komponente des Molar mo.1 und der ersten (oralen) Komponente des Molar mo.2 im Unterkiefer zustande kommt. Die Spitze der ersten Komponente des Molar mo.2 am Oberkiefer kommt zwischen beide Komponenten des Molar mo.2 am Unterkiefer und die Spitze der zweiten Komponente in die zwischen der zweiten Komponente des Molar mo.2 und der ersten Komponente des Molar mo.3 sich vorfindende Eintiefung zu liegen. Die Spitze der ersten Komponente des letzten Backenzahnes befindet sich in der zwischen der ersten und zweiten Komponente des letzten Unterkiefermolar gelegenen Eintiefung und die zweite Komponente des letzten Oberkieferbackzahns in der von der zweiten und dritten Komponente des Molar mo.3 im Unterkiefer gebildeten Eintiefung.

Eine gleichartige Situation wird auch bei einem entsprechenden Ausschlag des Unterkiefers nach der rechten Seite hin (Taf. F, Fig. 3) erreicht.

Die erste Komponente eines aus zwei Komponenten zusammengesetzten Oberkieferzahnes liegt also mit dem distalen Zahnbecherwandteil bzw. der Spitze der Becherwand («Querkamm») in der zwischen zwei Komponenten (Molar mo.1 und mo.2) im Unterkiefer gelegenen Eintiefung, während die zweite Komponente eines zusammengesetzten Oberkieferzahnes auf eine Kante fällt, die zwischen zwei aneinanderstossenden Zähnen gelegen ist, oder die, wie dies für die zweite Komponente des letzten Molars im Oberkiefer zutrifft, auf den Grund der von der zweiten und dritten Komponente des gleichnamigen Unterkieferzahnes gebildeten Zahnkerbe fällt.<sup>1</sup>

Interessant ist nun das Verhalten der Zähne am Unterkiefer, welche bei einem Zahnausschlag sich auf der der Reibung abgewandten Seite des Schädels befinden, welche also bei einer linksseitigen Reibung auf der rechten, bei einer rechtsseitigen Reibung auf der linken anzutreffen sind.

Gelangen z. B. die Zähne des linken Unterkiefers mit den Zähnen des linken Oberkiefers in scherende Reibung, so stehen die Zähne des rechten Unterkiefers weit von den Kauflächen der Zähne des rechten Oberkiefers ab, bleiben aber, dank der Stellungssicherung des Gebisses auf der Gegenseite, mit ihren Spitzen und Einkerbungen (Querkämmen)<sup>2</sup> selbst in der Entfernung in einer so präzisen Weise mit den entsprechenden Teilen (Einkerbungen und Spitzen)

<sup>1</sup> HENSEL hebt schon 1879 den Grundtypus der Zahnstellung in einem gegenseitigen Alternierungsplan für obere und untere Zahntypen hervor: «auch bei den Tieren mit einem mahlenden Gebiss, wie z. B. bei den Einhufern, bemerkt man deutlich bei richtiger Stellung des Unterkiefers, dass bei den breiten und eng aneinander liegenden Schneidezähnen oder Backenzähnen obere und untere alternieren. Bei allen Säugetieren, selbst bei denen, deren Zähne eine ununterbrochene Reihe bilden, wie beim Menschen, werden diese durch Form und Funktion in verschiedene Abteilungen gebracht, deutlicher noch bei den Tieren, deren Zahnkategorien durch einzelne Lücken getrennt sind . . . Das Gebiss der Tiere ist nicht ein starres und für alle Zeiten unveränderliches».

In bezug auf das Verhalten des hintersten Molars sind die Überlegungen HENSEL's von grossem Interesse. Bei drei Molaren in jeder Kinnlade, sagt HENSEL, schliesst deren Gesamtreihe mit  $m^3$  (unserem mo.3) oben. Es sollte also ein überzähliger  $m^4$  (= mo.4) vorzugsweise im Unterkiefer auftreten, doch wird diese Regel nicht immer befolgt. Nun lehrt uns das weitere Studium der Zahnstrukturen der Molarzähne beim Rind, dass nicht immer ein ganzer Zahn zur Ausbildung notwendig ist, um die volle Funktionsfähigkeit auch der hintersten Teile des Gebisses auszunützen. Die Natur hilft sich in einfacherer Weise, durch die Ausbildung einer dritten Zahnkomponente, am Unterkiefer durch Komplettierung des Molar mo.3.

<sup>2</sup> In bezug auf die Verhältnisse der «Querkämmen» werden dieselben von BECKERT (1933) also geschildert. Jeder Molar trägt zwei solcher Querkämmen, ein dazwischen liegendes Quertal und je ein von den Querkämmen in oraler und aboraler Richtung abfallendes «Halbtal», das sich mit den angrenzenden des Nachbarzahnes zu einem ganzen Quertal ergängt.

ihrer Gegenkomponenten in Beziehung, dass jederzeit die zur gegenseitigen Deckung bestimmten Teile der Kaufläche der Ober- und Unterkieferzähne ineinander eingeschoben und zum Mahlakt herangezogen werden können.<sup>1</sup>

Wir haben dies bildlich dadurch zum Ausdruck gebracht (Taf. F, Fig. 3), dass wir unter der Voraussetzung einer stattfindenden Reibung der Zähne auf der rechten Seite nach Art der Verschiebung der Zähne im abspielenden Mahlakt die Verbindungslinien der zwischen den abgerückten und anstehenden Teilen des Unter- und Oberkiefers punktiert eingezeichnet und die Wegstrecke bekannt gegeben haben, die von der Ruhelage aus von den sich dislozierenden Unterkieferzähnen begangen werden, wobei wir fürs erste auf die Zahnspitzen und ihre entsprechenden Zahneinschnitte (Kerben) am Ober- und Unterkiefer Rücksicht nahmen.

## 2. Die Beziehungen der Mahlflächen der Zähne des Ober- und Unterkiefers zueinander

Es leuchtet ein, dass ein Studium der Beziehungen der einzelnen Teile der Zähne innerhalb des Gebisses kaum in befriedigender Weise durchgeführt werden kann, wenn die Untersuchung sich nur auf die gegenseitigen Relationen der einzelnen seitlichen Längswände der übereinander stehenden Zahnbecher (bezw. Zahnsäulen) beschränkt. Das Interessante und physiologisch Wichtige liegt in der gegenseitigen Wechselbeziehung der einzelnen Mahlflächen der Ober- und Unterkieferzähne und in der Art der Verschiebung der Unterkieferzahn-Mahlflächen zu den Kauflächen der Oberkieferzähne, die beim Gleitakt die unbeweglichen Teile sind.

Um diese Beziehungen übersichtlich zu demonstrieren, haben wir auf die Zähne des Unterkiefers die Mahlflächen der Zähne des Oberkiefers projiziert, sodass nicht nur die einzelnen Reibflächen der Zähne, soweit sie beim eigentlichen Mahlakt eine Rolle spielen, überblickt werden können, sondern auch die Möglichkeit besteht, das Verhalten der gegenseitigen Strukturen der Mahlflächenareale an jedem einzelnen Zahn oben und unten in der Ruhelage und auf dem Gleitweg und die Wechselbeziehungen der Mahlflächen zu betrachten.

### a) Die Situation in der Ruhelage.

Hierzu: Taf. M, Abb. A.

Betrachten wir zunächst die Abbildung, die den Unterkiefer in der Ruhelage zum Oberkiefer demonstriert. In dieser Situation fällt auf, wie im allgemeinen ein verschwindend kleiner Teil der Mahlfläche an den einzelnen Zähnen des Ober- und Unterkiefers auf eine Gegenfläche am darunter- resp. darüberliegenden Partner fällt. Mit Ausnahme der Prämolaren Pr. 2-Zähne am Unterkiefer, die überhaupt fast völlig freistehen, und mit Ausnahme der Prämolaren Pr. 3-Zähne am Unterkiefer und der Prämolaren Pr. 2-Zähne am Oberkiefer, die ungefähr mit den Hälften ihrer Flächen sich gegenseitig decken, berühren die nachfolgenden Zähne des Unterkiefers die lingualen Kanten der Oberkieferzähne nur mit ihren äussersten bukkalen Randteilen. Der grösste Teil der Kaufläche steht sowohl im Unter- wie im Oberkiefer frei. Mit dem Prämolaren Pr. 3 liegt der Unterkiefer am ausgesprochensten dem Oberkiefer auf, wobei der vorderste Oberkieferzahn, Prämolare Pr. 2 als Aufschlagsstelle dient. Die übrigen Teile der nachfolgenden Zähne zeigen keine Deckung.

Auffallend ist wiederum auch in dieser Darstellung die strenge Ausgeglichenheit der Zahnspitzen, die unter Berücksichtigung der ihnen bei der Unterkieferverschiebung zugewiesenen

<sup>1</sup> Liegen die Ober- und Unterkieferzahnreihen aufeinander, so gleicht ihre Berührungslinie der Form eines Sägeblattes. Deshalb spricht man beim Rinde von einem «Sägegebiss». Die Zähne stehen einander so gegenüber, dass alternierend Querkämme und Quertäler des Oberkiefers in Quertäler und Querkämme des Unterkiefers eingreifen.

Wegbahn mit den Tälern der Gegenzahnreihe verbunden sind (grob- und feinpunktete Linien). (Die gröberen Strichlinien verbinden die Wandzacken (\*) der links- und rechtsstehenden Oberkieferzähne untereinander und führen durch entsprechende Einschnitte des Unterkiefers; die feinen Strichlinien verbinden die Wandzacken der links- und rechtsstehenden Unterkieferzähne untereinander und führen durch entsprechende Einschnitte des Oberkiefers).

*b) Die Situation bei der Seitenverschiebung des Unterkiefers (Mahlausschlag nach links und nach rechts).*

Hierzu: Taf. M, Abb. B und C.

Verschiebt sich nun beispielsweise der linke Unterkiefer nach links (B), so gleiten alle die Querkämme des Unterkiefers (auf den Kurvenverläufen der feinpunkteten Linien liegend) in den entsprechend ausgebildeten Quertälern in der betreffenden Oberkieferzahnreihe, die ihnen als Gleitebenen zur Verfügung stehen. Umgekehrt bewegen sich die Quertäler zwischen den einzelnen Konstituenten der Unterkieferzahnreihe längs der Querkämme der Zahnreihe des Oberkiefers.

Die Kämme und Täler sind einander parallel gerichtet. Die Kämme an den Zähnen des Oberkiefers geben dem gleitenden, mit Kammrinnen ausgerüsteten Mahlsaum des Unterkiefers die Führung. Beim Ausschlag des Unterkiefers und seiner Rückwärtsbewegung nach rechts (C) fahren die Wandzacken der Unterkieferzähne in die am Oberkiefergebiss vorhandenen Quertäler ein und empfangen in entsprechender Weise die Führung, die übrigens zufolge der in der Phase des maximalen Ausschlages (nach links) erhalten bleibenden Überschneidung der hinteren Backzähne nie völlig aufgegeben wird.

Haben die linken Unterkieferzähne ihre für die Ruhelage charakteristische Stellung am Oberkiefer zurückgewonnen (A), so sind auch bereits die bukkalen (äusseren) Kammteile der Unterkieferzähne in die Quertäler der Oberkieferzähne randständig eingefahren, die Kämme der Oberkieferzähne nach den Taleingängen der Zähne des Unterkiefers zurückverlegt, und es übernimmt nun gleichsam vom linken Oberkiefer der rechte als unbeweglicher Teil die Führung für den rechtsseitigen Ausschlag, bei welchem der beschriebene Vorgang wiederkehrt.

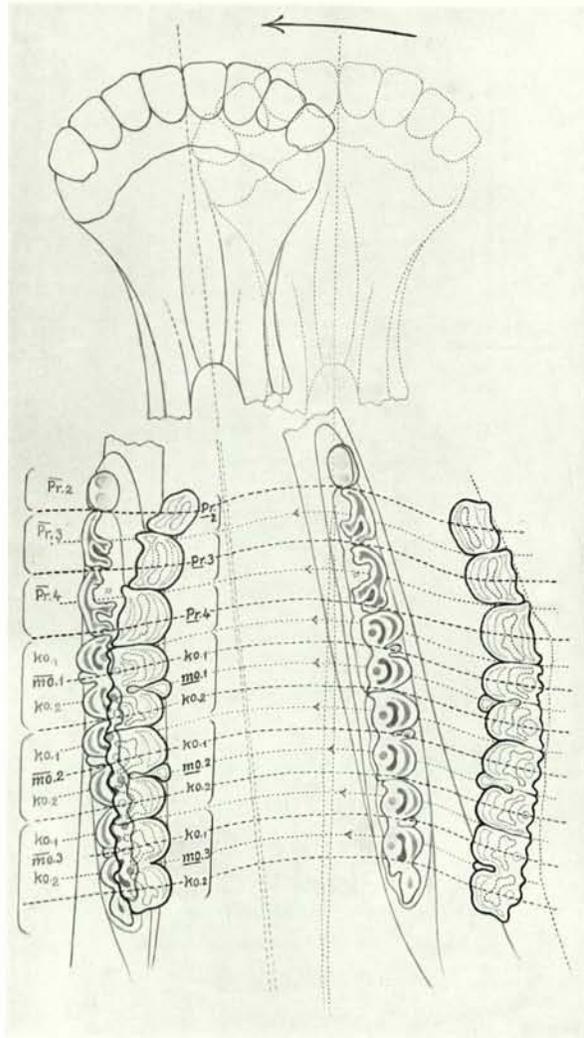
Die Art der Beschaffenheit der einzelnen Zahnkämme am Oberkiefer, an denen sich die schiefstehenden Talwände der Einkerbungen des Unterkiefers vorbeischieben und die Futterbestandteile reiben, ist eine höchst charakteristische. Die Gratkämme sind in typischer Weise geriffelt (Taf. G) und zwar so, dass an jedem Querkamm harte Vorsprünge mit mehr oder weniger seichten Einstülpungen von innen nach aussen und umgekehrt wechseln.

Innen auf der Lingualseite wird zunächst der Zahnkamm von einer soliden Schmelzleiste abgegrenzt. Diese ist nichts anderes als der äussere Wandsaum des Schmelzbelages der lingualen Becherwand. Dann folgt eine von Schmelz eingefasste, aus Dentin bestehende Kerbe (der ursprüngliche, von Schmelz überschichtete, nunmehr abgeschliffene Schmelzsaum der lingualen Becherwand), die in entsprechender Weise auch nach der bukkalen Seite hin von einer Schmelzleiste abgegrenzt wird, in welcher wir den Schmelzsaum des Schmelzbelages der innern Kundengrubenwand zu erblicken haben, während der zwischen den erwähnten Schmelzleisten liegende Einschnitt durch die Abtragung des Schmelzüberzuges der distalen Teile der lingualen Becherwand entstanden ist. — An die innere Schmelzleiste fügt sich als Spalte: das Lumen der Kundengrube, deren bukkale Wand auch wieder von einer Schmelzleiste eingefasst wird, nämlich von der mit dem Schmelzgrund zusammenhängenden bukkalen Kundengrubenwand. Eine nach aussen weiterhin auftretende Dentinkerbe und eine abschliessende Schmelzleiste sind die Anteile der äusseren bukkalen Zahnbecherwand, wobei der Kerbeneinschnitt wieder das Resultat eines an der äusseren Zahnbecherwand sich abspielenden Abnutzungsprozesses der Zahnbecherschmelzfalte ist.

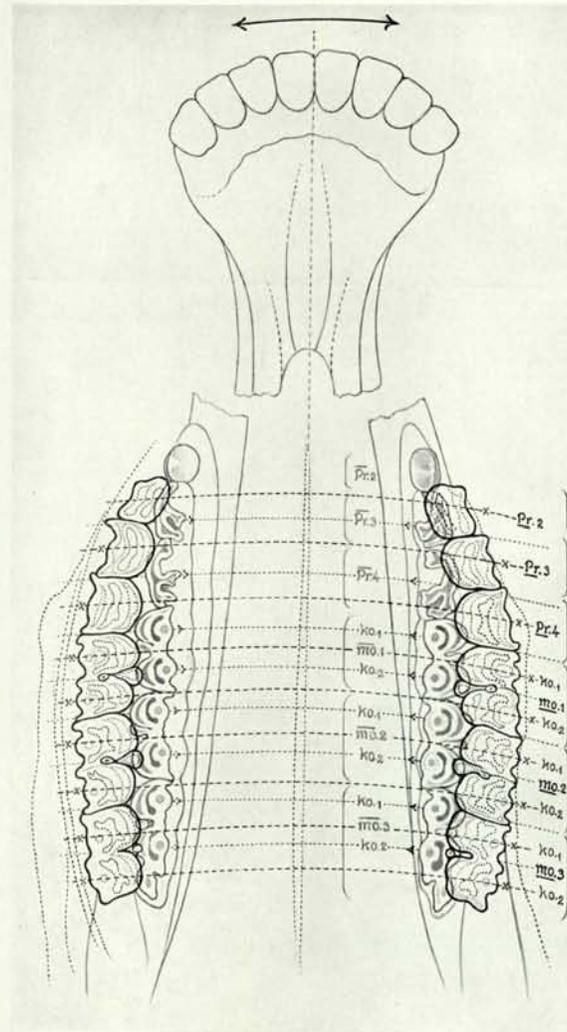
Projektion der Mahlflächen der Ober- und Unterkieferzahnreihe eines 8jährigen Rindes

(Rind Nr. 503, ♀)

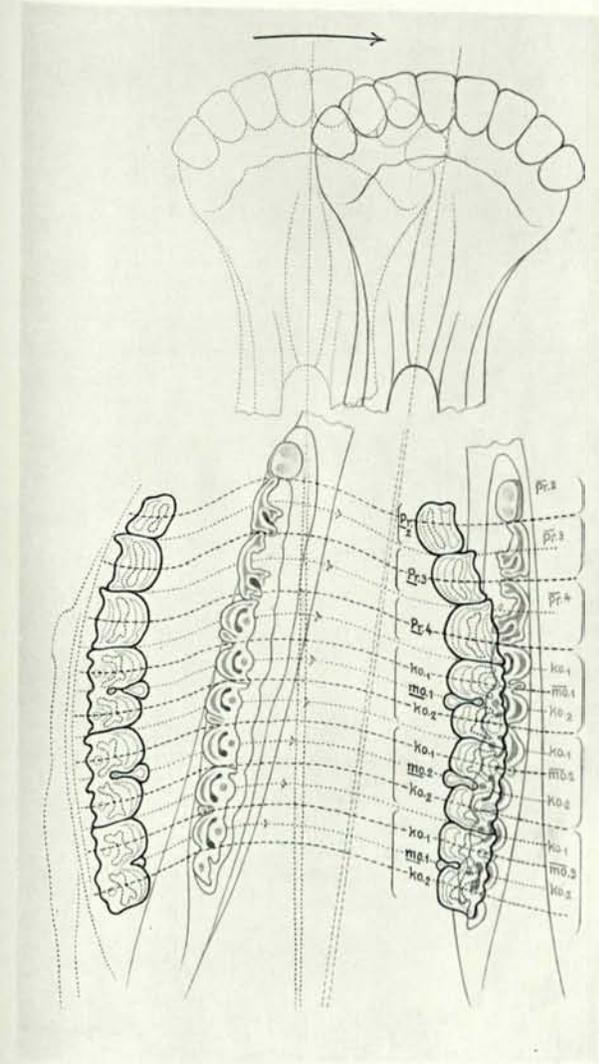
(Größe von Ober- und Unterkiefer: Verkl. im Maßstab 10:6,3)



B. Maximaler Ausschlag des Unterkiefers nach der linken Seite.  
(Linksseitige Okklusion.)



A. Normallage, Gebiss in Ruhelage.  
(Zentrale Okklusion.)



C. Maximaler Ausschlag des Unterkiefers nach der rechten Seite.  
(Rechtsseitige Okklusion.)

Durch die eigenartige Verteilung verschieden resistenzfähiger Hartschubstanzen, durch das Auftreten von vorspringenden Schmelzleisten, die mit zurückliegenden (zufolge der geringeren Resistenzfähigkeit leichter abnutzbaren) Dentinböden («Halbmonden»), Dentinkegelquerschnitten oder grubenartigen Vertiefungen (Kundengruben) wechseln, kommt innerhalb der Mahlfächen eine reibeisenartige Oberflächenbeschaffenheit zustande, deren Struktur zweifellos im Interesse einer feinen Zermahlungsmöglichkeit der Rohfaser gelegen ist. Im Interesse einer möglichst vollkommenen Ausnützung der ganzen Mahlfäche liegt es auch, dass die Kämme an den Zähnen des Oberkiefers nicht nur in die Quertäler der Unterkieferzahnreihen eingreifen, sondern dass in die zwischen den Oberkieferzahnkämmen gelegenen, von den abfallenden Kammleisten gebildeten Einschnitte die entsprechenden Kämme der Unterkieferzähne eingreifen, die eine ganz entsprechende Oberflächenbeschaffenheit aufweisen, wie die Kämme am Oberkiefer. Dabei besteht der Unterschied, dass die Kämme diesmal als Teile des beweglichen Unterkiefers sich selber aktiv innerhalb der feststehenden Quertäler des Oberkiefers bewegen, während vorhin die Kämme als die stehenden Teile des Gebisses gerieben wurden. So ist sowohl im Ober- wie im Unterkiefer durch das zahnstangenartige Ineinandergreifen der beiden Kiefer eine ununterbrochene, wellenartig verlaufende Mahlfäche geschaffen, deren Konstituenten unter Ausnützung des Prinzips der Oberflächenvergrößerung und durch die strukturelle Beschaffenheit der einzelnen Teile in Form rauher unbeweglicher oder verschiebbarer Flächen bei der Zerreibung des Mahlgutes von ausserordentlicher Wirksamkeit sind.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Die ganze Organisation des Gebisses weist auf die engen Wechselbeziehungen hin, die zwischen den einzelnen Konstituenten der obern und untern Zahnreihe vorhanden sind. Das Hin- und Hergleiten der Querkämme des Unterkiefers in den Quertälern des Oberkiefers und das Reiben der mandibularen Quertäler an den maxillaren Querkämmen des Oberkiefers bedingt einen am Ober- und Unterkiefer gleichmässig und ausgeglichenen Abbau an den in Funktion stehenden, alternden Zähnen.\* Mit diesem Umstand mag die Tatsache im Zusammenhang stehen, dass beim Rind, wie aus der Literatur hervorgeht, und neuestens in der Arbeit von FARKAS (1934) wiederum dargelegt ist, Gebissanomalien relativ selten vorkommen. Abnormale Verhältnisse werden denn auch in der Literatur als besonders erwähnenswerte Befunde aufgeführt. Wir lassen ein Beispiel folgen (WIELAND, 1908).

Wieland wird zu einer Kuh gerufen. Er findet das Tier stark abgemagert, im übrigen gesund. Beim Verzehren der Rübenstücke beobachtete er eine für Wiederkäuer abnormale Kaubewegung. Der Unterkiefer wurde nicht seitlich gegen den Oberkiefer verschoben, sondern mehr von oben nach unten bewegt.

Er fühlte bei der Untersuchung nach Befestigung des Maulholzes am letzten Molaren des Unterkiefers eine zirka 1 cm hohe Spitze, und zwar links und rechts. Auch die übrigen Molaren und Prämolaren hatten kleinere Spitzen, wie man sie beim sog. «Schiefergebiss» des Pferdes häufig vorfindet. «Beim Rinde ist nun eine derartige Zahn-anomalie noch nicht vorgekommen».

\* Unterstützend in diesem Ausgleich dürften die Einrichtungen wirken, die in der Differenzierung besonderer akzessorischer Bestandteile innerhalb und ausserhalb der beiden Zahnreihen auftreten (intradentäre Stützsäulchen, interkalikäre Stützelemente).

<sup>2</sup> FISCHER (1926) widmet seine Dissertation den zwischen den Kieferbewegungen und der Kauflächenform der Zähne bestehenden Beziehungen. Die letzte Phase der Kaubewegung ist nach diesem Autor die wichtigste; sie wird als die «Artikulationsbewegung» bezeichnet, weil sich die Zähne dabei wie die Berührungsflächen eines Gelenkes einer «articulatio» gegeneinander verschieben. F. weist nach, dass die seitlichen Artikulationsbewegungen eines natürlichen Gebisses Bewegungen um feststehende Achsen, Rotationsbewegungen sein müssen und dass die Leitbissachsen in der Nähe der Gelenkköpfe durchgehen und unterhalb denselben divergieren. («Verschiebt man den Unterkiefer am mazerierten Ziegenschädel seitwärts in der Richtung, in der sich die Zähne eingeschliffen haben, so bewegt sich der Gelenkkopf auf der Balancierseite an der Gelenkfläche des Oberkiefers entlang nach vorn und abwärts, während der Gelenkkopf auf der Arbeitsseite sich um sich selber dreht.» Die Rotationsachse ist genau bestimmbar; ihre Lage ergibt sich aus den Bewegungen.) FISCHERS Untersuchungen weisen ferner darauf hin, welcher enger Zusammenhang zwischen den Artikulationsbewegungen und der Form der Zähne und des Kiefergelenkes besteht. Die Form der Zähne ergibt sich dabei als eine Funktion der Bewegung und umgekehrt, die ihrerseits in Beziehung zur Zugrichtung der Muskulatur zu setzen ist. Anordnung der Muskulatur einerseits, Zahnform und Gelenkform andererseits, müssen miteinander, sagt FISCHER, harmonisieren. «Sie sind schon durch ihre physiologische und ontogenetische Entwicklung auf einander abgestimmt und passen sich durch den funktionellen Gebrauch noch vollends an.» Dass mit dieser Aussage FISCHER Recht hat, geht neuerdings wieder aus unseren entwicklungsgeschichtlichen und morphologischen Untersuchungen hervor, namentlich auch aus unseren röntgenologischen Ermittlungen, die mit der Art der Abwicklung der Kalzifikation und Zahn-lagenaufteilung im Zusammenhang stehen.

Noch ein Punkt verdient Beachtung. Während des Ausschlages des Kiefers nach der einen bzw. andern Seite hin zur Erreichung der maximalen Mahlamlplitude und bei deren nachfolgender Auflösung in der Rückwärtsbewegung nach der entgegengesetzten Seite hin fällt zweifellos denjenigen Zähnen und Zahnkomponenten in der Beteiligung am Mahlgeschäft die grösste Bedeutung zu, die am längsten und andauerndsten mit der Mahlfläche ihrer Gegenpartner den Kontakt aufrecht erhalten. Das sind in diesem Fall die Molaren mo. 1, mo. 2 und mo. 3 des Ober- und Unterkiefers.

Die definitiven gewechselten Prämolaren des Unterkiefers streichen im Gegensatz zu den mandibularen Molaren am beweglichen Kieferast rasch über die ihnen zugeordneten Mahlflächen hinweg und beanspruchen bei der Rückwärtsbewegung die Reibfläche der Oberkieferzähne weniger stark. Das Schwergewicht im Mahlgeschäft liegt somit im hintern Teile des Zahnapparates. Den vorderen Zähnen, den Prämolaren dagegen, fällt neben der Mahlfunktion, die ihnen natürlich zum Teil gleichfalls überbunden ist, in erster Linie die Aufgabe zu, richtungs- und führungsbestimmend einen Einfluss auf den Mechanismus bei der Transversalverschiebung im ganzen System auszuüben.

## B. Das Verhalten der Zahnreihen an Gebissen, deren Prämolarezähne noch nicht gewechselt haben

### I. Die Verhältnisse bei einem 3 Wochen alten Kalb

#### 1. Allgemeine Feststellungen in bezug auf das Aufeinanderpassen der Zähne des Ober- und Unterkiefers

##### a) Die Situation in der Ruhelage.

Hierzu: Taf. H, Abb. A.

Schon auf dieser Entwicklungsstufe zeigt in der Seitenansicht die in sämtlichen Prämolaren ausgebildete Zahnreihe des Oberkiefers (Prämolar pr. 2<sup>d</sup>, pr. 3<sup>d</sup> 1. und 2. Komponente, pr. 4<sup>d</sup> 1. Komponente) einen typischen Zickzacklinien-Verlauf, indem den die Haupt- und Nebenleisten aufweisenden Becherwänden distal bereits die dachziegelförmige Zuspitzung eigen ist, an deren tiefsten Punkt, am freien Endpunkt der mittleren Becherwandhauptleiste, oral und aboral, die schiefstehenden seitlichen Flächen der Mahlebene sich anschliessen.

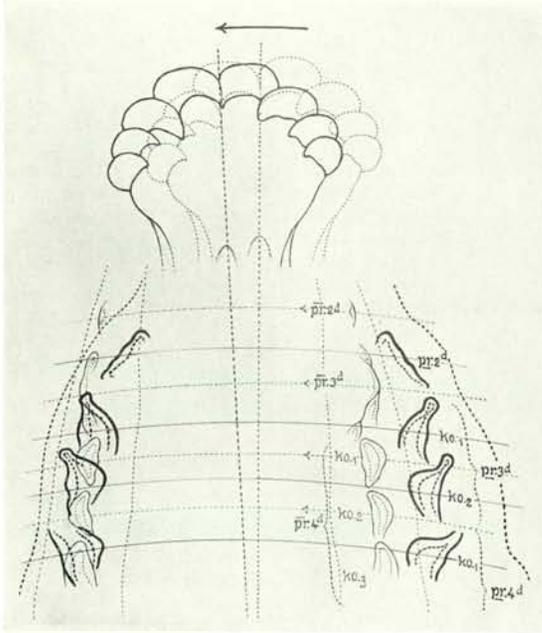
Sämtliche bukkale Becherwände des Oberkiefers hängen über die distalen Teile der bukkalen Becherwände der Unterkieferzähne herunter, in der Weise, dass das Hauptleistenende des vordersten oberen Prämolaren pr. 2<sup>d</sup> genau in die dellenförmige Vertiefung des vorderen Teiles des Prämolars pr. 3<sup>d</sup> passt, die Hauptleisten spitze der Komponente 1 des Prämolars pr. 3<sup>d</sup> am Oberkiefer zwischen das Zahnende des Prämolars pr. 3<sup>d</sup> und die erste Komponente des Prämolars pr. 4<sup>d</sup> zu liegen kommt, der Hauptstrahl der Becherwand der Komponente 2 des Prämolars pr. 3<sup>d</sup> am Oberkiefer über der zwischen der ersten und zweiten Komponente des Prämolars pr. 4<sup>d</sup> am Unterkiefer sich öffnenden Nische steht, während der Hauptstrahl der ersten Komponente des maxillaren Prämolars pr. 4<sup>d</sup> über der Säulenwand der dritten Komponente des mandibularen Prämolars pr. 4<sup>d</sup> ruht.

Prämolar pr. 2<sup>d</sup>, der vorderste Prämolare am Unterkiefer, steht vollkommen frei und wird von keinem Gegenzahn oder Zahnteil der Oberkiefers überragt.

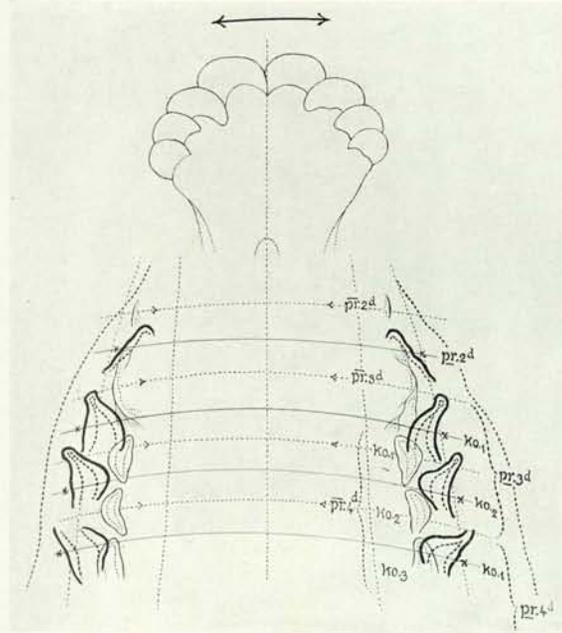
Projektion der **Mahlflächen** der Ober- und Unterkieferzahnreihe eines 3 Wochen alten Kalbes

(Kalb Nr. 510, ♀)

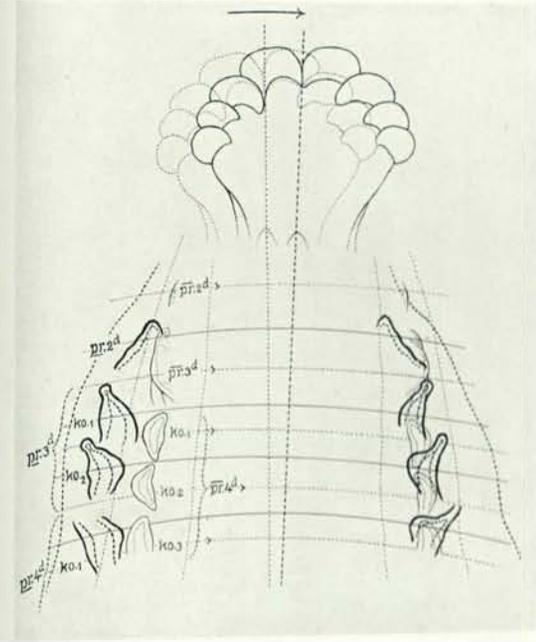
(Reproduktion im Maßstab 10:10,6, über die nat. Grösse hinaus vergrößert)



B. Maximaler Ausschlag des Unterkiefers nach der linken Seite.  
(Linksseitige Okklusion.)



A. Normallage, Gebiss in Ruhelage.  
(Zentrale Okklusion.)



C. Maximaler Ausschlag des Unterkiefers nach der rechten Seite.  
(Rechtsseitige Okklusion.)

*b) Die Situation bei der Seitenverschiebung des Unterkiefers.*

Hierzu: Taf. H, Abb. B und C.

Schlägt der Unterkiefer nach der linken Seite (bzw. rechten) aus und erreicht er dabei die ihm zufallende maximale Mahlamplitude, so fehlt nach wie vor dem Prämolare  $\overline{\text{pr. 2}^d}$  am Unterkiefer der ihm anliegende Gegenzahn. Auch der vordere Teil des Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  am Unterkiefer zeigt noch keine Deckung und steht frei. Der hintere Teil von Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  und die erste Komponente von Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  bilden das Quertal, in welchem die Spitze der ersten Komponente des Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  am Oberkiefer ruht, während die erste und zweite Komponente des Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  das Quertal am Unterkiefer bildet, in welches die Spitze der zweiten Komponente des Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  am Oberkiefer hineinpasst. In das zwischen der zweiten und dritten Komponente des Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  am Unterkiefer gelegene Quertal stösst die Spitze der ersten Komponente des Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  am Oberkiefer vor. Die Querkämme der Komponenten 1, 2 und 3 des mandibularen Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  stossen in entsprechende von der ersten und zweiten Komponente des Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  bzw. von der zweiten Komponente des  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  und der ersten Komponente des  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  resp. von der ersten und zweiten Komponente des  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  gebildete maxillare Quertäler vor.

Die Wandflächen am Ober- und Unterkiefer sind noch einfach, bestehen aus den Hartwänden der Becher und den tieferliegenden, noch zum Teil mit Schleimhautepithel und Bindegewebe angefüllten Kundengruben.

Schon auf dieser Altersstufe sind also die Bewegungen des Unterkiefers streng eingelenkt und den Zähnen und Zahnteilen zum Zwecke ihrer präzise geregelten Führung bestimmte Wegbahnen zur Verfügung gestellt.<sup>1</sup>

## 2. Die Beziehungen der Mahlflächen an Ober- und Unterkiefer zueinander

*a) Die Situation in der Ruhelage.*

Hierzu: Taf. N, Abb. A.

Von den Mahlflächen der Zähne des Unterkiefers liegen die Querkämme der beiden vordersten Komponenten des mandibularen  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  am Eingang der sich lingual am Oberkiefer öffnenden, von Komponente ko. 1 und ko. 2 des  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  und am Eingang des von Komponente ko. 2 des  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  und von Komponente 1 des  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  gebildeten Quertals, während der Querkamm der dritten Komponente des Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  im Unterkiefer zufolge der noch Nichteinstellung der aboralen Komponente des Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  noch kein geschlossenes Quertal vorfindet.

Die Führung für den Unterkiefer übernehmen, abgesehen von den seitens des Prämolare  $\overline{\text{pr. 2}^d}$  und der ersten Komponente des Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  stark entwickelten Quertals, in das zuerst der starke stumpfe Höcker des mandibularen  $\overline{\text{pr. 3}^d}$  einfährt, um es zu durchstreichen, zweifellos die Querkämme der beiden Komponenten des Prämolare  $\overline{\text{pr. 3}^d}$ .

Durch die nach der lingualen Seite klaffenden Quertaleingänge wird das allmähliche Einreiben der Querkämme des Prämolare  $\overline{\text{pr. 4}^d}$  möglich gemacht.

*b) Die Situation bei der Seitenverschiebung des Unterkiefers.*

Hierzu: Taf. N, Abb. B und C.

Verschiebt sich nun der Unterkiefer im Sinne des maximalen Seitenausschlages, so fahren

<sup>1</sup> WEISS (1911) hat gewiss Recht, wenn er sagt, dass die Art der Bewegung der Kiefer einen bedeutenden Einfluss auf die Form, welche der Gebrauch der Zähne der Krone aufdrückt, hat: «Es besteht auch eine innige Wechselbeziehung zwischen der Konfiguration der Zähne, ihrer gegenseitigen Lage in den Kiefern und der Form des Kiefergelenkes. Dessen Form regelt die Bewegung der Kiefer, die ihrerseits wieder, von der Art der Nahrung abhängig, das Gelenk beeinflusst. Da unsere Haussäugetiere den Klassen der Carnivoren, Omnivoren, Herbivoren angehören, so ist zu schliessen, dass ihre Gebisse erhebliche Verschiedenheiten untereinander zeigen müssen.»

sofort die Querleisten des ersten und zweiten Bechers des Prämolars  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer in die ihnen zugeordneten Quertäler am Oberkiefer ein, und gleichzeitig sorgen die bereits stark entwickelten Querkämme an den beiden Bechern des Prämolars  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  für das richtige Gleiten der hierzu ausgebildeten Quertäler. Dabei überfahren, in beschränktem Ausmass, die zukünftigen Kauflächen der Unterkieferzähne um wenig und teilweise die zukünftigen Kauflächen der maxillaren Hartgebilde. Sie werden in ihrer Seitenverschiebung bald wieder von den bukkalen viel tiefer distal als die lingualen Becherwände hinabreichenden Zahnbecherwänden angehalten.

Von den Mahlflächen der Zähne des Unterkiefers liegen die Querkämme der beiden vordersten Komponenten des mandibularen  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  am Eingang der sich am Oberkiefer lingual öffnenden von Komponente 1 und Komponente 2 des  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  und von Komponente 2 des  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  sowie von Komponente 1 des  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  gebildeten Quertäler, während der Querkamm der dritten Komponente des  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  im Unterkiefer noch kein geschlossenes Quertal vorfindet.

## II. Die Verhältnisse bei einem 3 Monate alten Kalb

### 1. Allgemeine Feststellungen in bezug auf das Aufeinanderpassen der Zähne des Ober- und Unterkiefers

#### a) Die Situation in der Ruhelage.

Hierzu: Taf. J, Abb. A.

Bei seitlicher Betrachtung der beiden Zahnreihen des Ober- und Unterkiefers in der Ruhelage und bei geschlossener Mundstellung zeigt sich schon auf dieser Altersstufe, dass sowohl der einbecherige Prämolars  $\overline{\text{pr.2}}^{\text{d}}$  als auch die ebenfalls aus dem Zahnfleisch deutlich heraus tretenden, nachfolgenden Prämolaren  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  und  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  am Oberkiefer bukkale Becherwände entwickelt haben, die so tief über die äusseren seitlichen Zahnwände der Unterkieferzähne hinabreichen, dass deren distale Teile von ihnen verdeckt werden. Ausserdem zeigen sämtliche Wände auffallend starke, mehr oder weniger vertikal gestellte Schmelzleisten, unter denen die Haupt- und die Nebenleisten an den Prämolaren  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$  und  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  mit aller Deutlichkeit, am  $\overline{\text{pr.2}}^{\text{d}}$  etwas weniger ausgesprochen, zu sehen sind. Das Ende der distalen Hauptleiste ist der am tiefsten gelegene Punkt des freien Zahnrandes. Die beiden Seitenleisten reichen weniger tief herab. Durch dieses Verhalten und durch das Aufschliessen der Zahnränder der nachfolgenden Zähne in die Zahnreihe wird eine charakteristische Zickzacklinie geschaffen, deren Zacken die mittelständigen Partien des Zahnbeckers darstellen und deren Einschnitte von den seitlich nach vorn und hinten abfallenden oralen und aboralen Becherteilen der Zähne begrenzt werden. Die Zahnspitzen (und die Zahnkämme), die Zahntäler (und Quertäler-einschnitte) sind also entwicklungsgeschichtlich schon recht frühzeitig in voller Ausprägung am Oberkiefer vorhanden. Sie entsprechen der in der Entwicklungsgeschichte begründeten Formation des noch nicht zum Durchbruch gelangten Endteils des Zahnbeckers. Die hinteren, lingualen, stark gewölbten Becherwände der Oberkieferzähne, die distal viel weniger weit herabreichen, zeigen gleichfalls einen Wandpunkt, der am tiefsten liegt und von dem zu beiden Seiten nach vorn und hinten die anschliessenden Wandpartien schräg abfallen, so dass in entsprechender Weise, wie wir es auf der bukkalen Seite gesehen haben, auch der innere Zahnreihenrand eine typische Zackung aufweist. Die Zacken sind mit den Zacken der Aussenseite parallel geschaltet, liegen aber, wie gesagt, weniger tief, näher an der Basis des Zahnes. Ganz Entsprechendes zeigt sich bei geöffneter Mundstellung auch am Unterkiefer. Die beiden vordersten einbecherigen Zähne, die Prämolaren  $\overline{\text{pr.2}}^{\text{d}}$  und  $\overline{\text{pr.3}}^{\text{d}}$ , zeigen je eine erhöhte Mittelspitze, der nachfolgende, mehrkomponentige  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  an sämtlichen drei

Bechern die mittelständigen Wanderhöhlungen, von denen, im Gegensatz zum Verhalten am Oberkiefer, diesmal die lingual gelegenen die bukkalen an Höhe überragen.

Sodann fällt bei Betrachtung der Oberkieferzahnreihe auf, dass die einen (bukkalen) Spitzen der Prämolaren pr.3<sup>d</sup> und pr.4<sup>d</sup> bereits in ihrer Lage auf die zwischen den einzelnen Unterkieferzahnsäulen (Bechern) liegenden Zahnbuchten ausgerichtet sind. Der hintere umfangreichste Teil des einbecherigen Oberkieferprämolars pr.2<sup>d</sup> liegt über dem vorderen Teil des Unterkieferprämolars pr.3<sup>d</sup>, während der vordere kleinere Teil des Prämolars pr.2<sup>d</sup> am Oberkiefer noch keinen Gegenzahn oder Zahnteil im Unterkiefer überdeckt, da auf diesem Stadium der zur Überdeckung in Betracht kommende Prämolars pr.2<sup>d</sup> noch wenig weit entwickelt ist. Zwischen den Komponenten 1 und 2 und 2 und 3 des drei-becherigen pr.4<sup>d</sup> am Unterkiefer befinden sich kleine Schmelzsockel, die als Anfangsdifferenzierungen der Zwischenstrebepeiler an diesem Zahn aufzufassen sind.

*b) Die Situation bei der Seitenverschiebung des Unterkiefers (Mahlausschlag nach links und nach rechts).*

Hierzu: Taf. J, Abb. B und C.

Verschiebt sich nun der Unterkiefer in die Mahlstellung und wird dabei die maximale Amplitude erreicht (B), so wird zufolge der schiefen, von oben innen nach unten aussen geneigten Mahlflächenanlagen der Einzelzähne der Unterkiefer deshalb stark nach abwärts bewegt und es gleitet, wenn der Ausschlag beispielsweise nach links erfolgt, die vordere, schiefgeneigte Mahlfläche des pr.3<sup>d</sup> an der hinteren, ebenfalls schief geneigten Mahlfläche des pr.2<sup>d</sup> am Oberkiefer vorbei, während die von der Mittelspitze nach hinten gelegene Mahlfläche des Prämolars pr.3<sup>d</sup> am Unterkiefer mit der vordern Mahlfläche der ersten Komponente des Prämolars pr.3<sup>d</sup> sich reibt. Dabei gleitet die Spitze rasch aus der vom Prämolars pr.2<sup>d</sup> und Prämolars pr.3<sup>d</sup> gebildeten Einkerbung.

Die Spitze der ersten Komponente von Prämolars pr.4<sup>d</sup> läuft in der vom vorderen und hinteren Zahnbecher des Prämolars pr.3<sup>d</sup> gebildeten Kerbe; die Spitze der zweiten Komponente in dem von der zweiten Komponente des Prämolars pr.3<sup>d</sup> und der ersten Komponente von Prämolars pr.4<sup>d</sup> dargestellten Einschnitt; die Spitze der dritten Komponente im Quertal, an dessen Bildung sich die vordere und hintere Komponente des Prämolars pr.4<sup>d</sup> beteiligen, während umgekehrt der Querkamm der ersten Komponente des Oberkieferprämolars pr.3<sup>d</sup> in dem vom hinteren Teil des Prämolars pr.3<sup>d</sup> und der ersten Komponente des Prämolars pr.4<sup>d</sup> des Unterkiefers gebildeten Einschnitt sich bewegt; u. s. f. (vide den punktierten Linienverlauf in Abb. B).

Der Befund zeigt, dass mit Ausnahme des Prämolars pr.2<sup>d</sup> am Unterkiefer bereits sämtlichen Zahnteilen bei der Verschiebung ein bestimmter Laufweg und allen typisch ausgebildeten Querkämmen und den dazwischen gelegenen Quertälern am Oberkiefer entsprechende Gegenstücke (Quertäler, Querkämme) am Unterkiefer zugewiesen sind. Eine besondere Führerrolle beim Gleitakt scheint der von pr.2<sup>d</sup> und pr.3<sup>d</sup> gebildeten Kerbe zuzufallen, in die sich der Prämolars pr.3<sup>d</sup> des Unterkiefers in bezug auf seine Formanpassung in sehr präziser Weise fügt.<sup>1</sup>

Findet nach einer bestimmten Seite hin der Unterkiefer-Ausschlag statt, so tritt wieder

<sup>1</sup> Der Annahme, dass den vordersten Prämolaren eine führende Rolle in der Transversalverschiebung des Unterkiefers gegenüber dem Oberkiefer zufallen mag, sind auch die diesen Zähnen zufallenden Eigenschaften rein physikalischer Art, die strukturellen Merkmale, günstig, hat doch GEBHARDT (1900) in einer sehr gründlichen Studie an einem reichen Schlifffmaterial gezeigt, dass die äussere Form der einfachen Kegelzähne derjenigen von Körpern gleicher Festigkeit für Biegung und Torsion (an der Krone), für Strebefestigkeit (an der Wurzel) entspricht. Die hier sichtbare Bevorzugung des Längsfibrillenverlaufes ist von der grössten Bedeutung für die Strebefestigkeit und für die Verhinderung der Querabscherung bei Biegung und Torsion.

auf der Gegenseite die Unterkieferzahnreihe aus der Reihe der Oberkieferzähne aus (Abb. B) wobei zufolge der bereits festgelegten Führung der sich dislozierenden Unterkieferzähne durch den Oberkiefer die Zähne wiederum streng in ihren Laufbahnen verbleiben, die die Zahnkämme mit den Zahntälern und diese mit jenen verbinden.

## 2. Die Beziehungen der Mahlflächen der Ober- und Unterkiefer zueinander

### a) *Die Situation in der Ruhelage.*

Hierzu: Taf. O, Abb. A.

Betrachtet man die Projektion der Mahlfläche der Oberkieferzähne auf dem Grundriss der den Unterkieferzähnen zugehörigen Mahlebenen im Fall der Ruhelage des Unterkiefers, so zeigt sich unzweifelhaft, dass sämtliche auftretenden Zahnbecher des Oberkiefers in ihren linguale Wandteilen in die bukkale Partien der Zahnbecher des Unterkiefers eingreifen, dass die Querkämme der Oberkieferzähne in die Quertäler der Unterkieferzähne eingerichtet sind und ihre Quertäler den ausgebildeten Querkämmen am Unterkiefer gegenüberstehen. Bei einem allfälligen Ausschlag ist also die Richtung durch das morphologische Verhalten der einzelnen Teile der Zahnreihe schon fixiert. Ganz besonders eng scheinen, worauf zum Teil bereits im vorigen hingewiesen worden ist, die Beziehungen vom Höcker des Prämolars pr.2 zum entsprechenden Quertal am Unterkiefer und der Querkämme des linken und rechten vordersten Zahnbechers (der Komponenten 1) des Oberkieferprämolaren pr.3<sup>d</sup> zu den zwischen dem Unterkieferprämolaren pr.3<sup>d</sup> und der ersten Komponente des Prämolars pr.4<sup>d</sup> bzw. zwischen den Komponenten 1 und 2 gelegenen Quertälern zu sein.

### b) *Die Situation bei der Seitenverschiebung des Unterkiefers (Mahlausschlag nach links und nach rechts).*

Hierzu: Taf. O, Abb. B und C.

Hat die Transversalverschiebung bis zur Erreichung der Maximalamplitude stattgefunden, so hat der mittelständige Höcker des Unterkieferprämolars pr.3<sup>d</sup> das ihm zugeordnete Quertal vollständig überfahren und der ganze Kiefer hat eine von den nachstehenden maxillaren Querkämmen des pr.3<sup>d</sup> und der ersten Komponente des pr.4<sup>d</sup> übernommene Führung erhalten.

Die Mahlflächen der Oberkieferzähne gelangen, soweit sie vorhanden sind, mit den Mahlflächen der Unterkieferzähne in Reibung und vice versa.

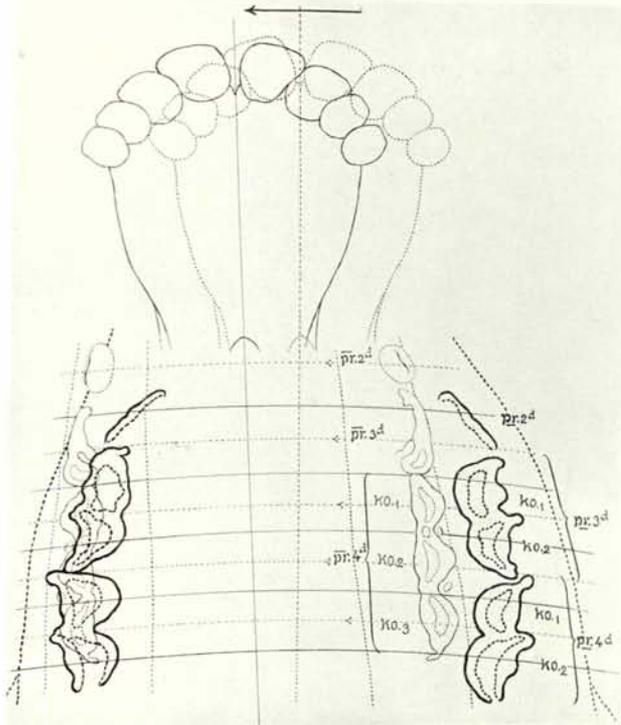
Bei abermaliger Erreichung der Ruhelage steht der Höcker des pr.3<sup>d</sup> am Unterkiefer bereits in richtiger Stellung vor dem ihm am Oberkiefer zugewiesenen Quertal (gebildet vom hinteren Teil des pr.2<sup>d</sup> und vom vorderen Teil der ersten Komponente des pr.3<sup>d</sup>), und es befinden sich die Querkämme des pr.4<sup>d</sup> in den interkalikären Nischen des Oberkiefers und umgekehrt die maxillaren Querkämme der ersten und zweiten Komponente des pr.3<sup>d</sup> und der Querkamm der ersten Komponente des pr.4<sup>d</sup> in den entsprechenden mandibularen Nischen. Die «Ausfahrt» nach der Gegenseite ist dadurch zum voraus geregelt.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eine eingehendere Betrachtung hat den universellen und spezialisierten Kaubewegungen bei Säugetieren LUBOSCH (1907) geschenkt. LUBOSCH macht auf die Verhältnisse bei der Giraffe aufmerksam, die ihren Unterkiefer mit grösster Exaktheit in einer dreizeitigen Bewegung bewegt. L. erwähnt, dass von dieser Grundform nun sehr zahlreiche Abweichungen vorkommen. «Gemeinsam ist allen Wiederkäuern nur die Zusammensetzung der Bewegung aus Vorbereitungs- und Hauptbewegungen sowie der streng taktmässige Rhythmus .... Es handelt sich bei den Ruminantiern um uralte, spezialisierte Bewegungen.» Auch mit dem Folgenden scheint LUBOSCH das Richtige getroffen zu haben: «Die Kaubewegung ist nichts anderes als die Wirkung der Anpassung des Tieres an eine bestimmte Nahrung: Zur Bewältigung einer bestimmten Nahrung wird das Gebiss in bestimmter Weise modifiziert. Das Kiefergelenk weiterhin muss durch seine Einrichtung dem Gebiss Spielraum gewähren.»

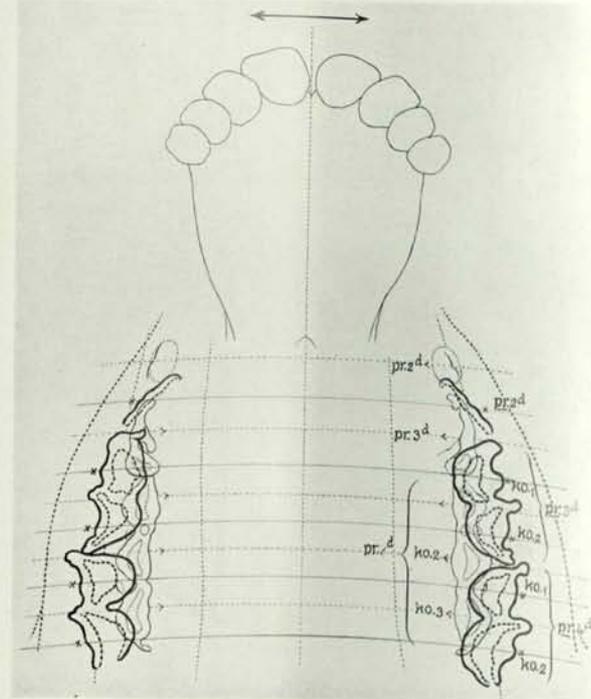
# Projektion der Mahlf lächen der Ober- und Unterkieferzahnreihe eines 3 Monate alten Kalbes

(Kalb Nr. 511, ♂)

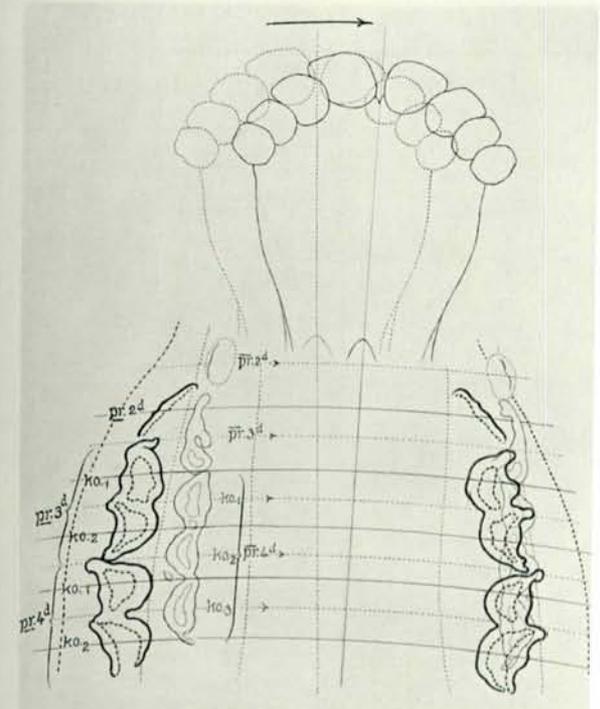
(Reproduktion im Maßstab 10:10,6, über die nat. Größe hinaus vergrößert)



B. Maximaler Ausschlag des Unterkiefers nach der linken Seite.  
(Linksseitige Okklusion.)



A. Normallage, Gebiss in Ruhelage.  
(Zentrale Okklusion.)



C. Maximaler Ausschlag des Unterkiefers nach der rechten Seite.  
(Rechtsseitige Okklusion.)

### III. Die Verhältnisse bei einem 11 Monate alten Rind

#### 1. Allgemeine Feststellungen in bezug auf das Aufeinanderpassen der Zähne des Ober- und Unterkiefers

##### a) Die Situation in der Ruhelage.

Hierzu: Taf. K, Abb. A.

Auch am Schädel dieses Rindes überhängen die einzelnen bukkalen Becherwände der Zähne des Oberkiefers die bukkalen Becherwände der Zähne des Unterkiefers mit ihren distalen Endteilen.

Die einzelnen Becher sind oben und unten in ihren Wandteilen scharf abgesetzt. Deutlich tritt der gezackte Zahnrand am Oberkiefer mit seinen vorspringenden Spitzen (distale Teile der Hauptleisten an den Becherwänden = bukkale Endstellen der Mahlquerkämme) und seinen einspringenden Talsohlen (Endstellen der Quertäler) in Erscheinung. Die gerundeten bukkalen Wandteile der mandibularen Zahnkörper treten, von den überhängenden Wänden der Zahnbecher des Oberkiefers bedeckt, deutlich in der Seitenansicht hervor. Ausserdem sind sichtbar die Stützpfeiler zwischen der ersten und zweiten und zweiten und dritten Komponente

Studien über die Art und Weise sowie die Frequenz der Kaubewegungen der Wiederkäuer sind in den letzten Jahren zahlreich, namentlich in der Veterinär-medizinischen Klinik Giessen, ausgeführt worden. Auch der Kautypus der wilden Wiederkäuer wurde ermittelt, unter welchen als einseitig kauende Wiederkäuer sich das Zebu, der indische Büffel, der Bison, der Wisent, der Jack, der Gemsbüffel sowie die Antilope befinden, während Kamel, Dromedar und Lama sich zu den alternierend kauenden Repräsentanten der Ruminantia zählen (SCHWARZ, 1914).

Das Hausrind schliesst sich der letzteren Gruppe an. In jüngster Zeit hat OSTHOF (1915) sich mit der Kautätigkeit des Hausrindes, der Schafe und der Ziegen befasst.

OSTHOF gibt an, dass die Zahl der Kieferschläge pro Bissen bei Grummetfütterung zwischen 16 und 40, mit einem Durchschnitt von 30, und bei Fütterung von Kurzfutter zwischen 10 und 25, mit einem Durchschnitt von 16, schwankt, wogegen die Zahl der Sekunden pro Bissen bei Kühen auf 15—30 (21,4) bzw. 8—15 (10) zu veranschlagen ist.

Der Typ, der sich bei den Wiederkäuern findet, kennzeichnet sich durch drei Arten von Bewegungen des Unterkiefers aus, wobei es sich bei der uns interessierenden Aktion in erster Linie um Abwärts-, Aufwärts- und Seitwärtsbewegungen handelt, zu denen dann auch noch Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen hinzutreten können.

SCHWARZ (1914) hat mit andern Autoren festgestellt, dass, wenn die Seitenbewegung stattfindet, der Unterkiefer nicht etwa parallel seiner Axe, nach der Seite verschoben wird, gleichweit an beiden Enden, sondern vielmehr in einem Winkel, der im Gelenk seine Stütze hat. Die Axen der beiden Kiefer kreuzen sich bei dieser Zirkelbewegung, was natürlich nicht der Fall wäre, wenn sich der Unterkiefer an beiden Enden gleichweit nach der Seite verschieben würde.

In bezug auf die einseitige Abwicklung des Kauaktes bemerkt SCHWARZ: «Das alternierende Kauen sollte die eigentlich üblichste Art sein, wird bei unsern domestizierten Ruminantiern aber nur ab und zu, in unregelmässiger Weise, beobachtet.» In bezug auf das Verhalten der Mahlzähne bemerkt SCHWARZ: «Ihr Spiel (das der Molaren) ist am besten mit dem eines Mühlsteins zu vergleichen, und sie sind so eingerichtet, dass sie nicht zu gleicher Zeit auf beiden Seiten arbeiten können».

Wir haben die Mahltätigkeit während des Wiederkäueraktes der Tiere zu geeigneten Zeiten häufig selber anlässlich vorgenommener Stallbesuche bei unsern Hausrindern beobachtet und haben dabei feststellen können, dass eine ganze Anzahl von Tieren ihr Mahlgeschäft in der Weise beginnt, dass der Unterkiefer kurz zuerst nach derjenigen Seite ausschlägt, die sich als Gegenseite für das eigentliche Mahlgeschäft erweist, und wo die Mahltätigkeit in den folgenden Ausschlägen ununterbrochen ihren Fortgang nimmt. Es findet nach unsern Beobachtungen quasi ein «Einfahren» der Querkämme in die Quertäler und dieser nach den Kämmen der Gegenseite statt, eine Bewegung, die ihre Wirkung bei der grossen Präzision der gegenseitigen Lokalisation der Gebisskomponenten beim nachfolgenden stabilsicheren Ausschlag nicht verfehlt. Diese Beobachtung steht mit der Feststellung von SCHWARZ im Einklang: «Der erste Kieferschlag, der für einen Bissen angewendet wird, ist bei allen einseitig ruminierenden Wiederkäuern dem folgenden entgegengesetzt.» Bestätigen können wir auch die SCHWARZ'sche Beobachtung, dass beim Wiederkauen jede einzelne Bewegung mit grosser Genauigkeit ausgeführt wird und der Kieferschlag jedesmal gleichweit nach abwärts und nach seitwärts und wieder in die Grundstellung zurück erfolgt.

des Prämolars  $\overline{\text{pr.4}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer und ebenso der Stützpfiler zwischen dem ersten und zweiten Becher des Molars  $\overline{\text{mo.1}}$ .

Frei und unüberdeckt steht der Prämolar  $\overline{\text{pr.2}}^{\text{d}}$  am Unterkiefer.

*b) Die Situation bei der Seitenverschiebung des Unterkiefers (Mahlausschlag nach links und rechts).*

Hierzu: Taf. K, Abb. B und C.

Verschiebt sich der Unterkiefer nach links (rechts), so stehen die einzelnen Spitzen der Becherwände wiederum in einer ganz entsprechenden Weise in den Quertälern der Zähne des Unterkiefers, wie es für das Rind 511, ♀, angegeben worden ist. Die Spitzen («Querkämme») der maxillaren Kieferzähne liegen den Talgründen der mandibularen Quertäler auf. Umgekehrt ragen die Spitzen (Querkämme) des Unterkiefers wieder in die entsprechenden Quertäler des Oberkiefers hinein, so dass in bezug auf die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Backzähne und ihrer Teile am Ober- und Unterkiefer sich bereits die nämliche, am jüngeren Tier festgelegte Situation ergibt. Unterschiedlich ist nur, dass die Zahnreihen nach hinten zu durch das Auftreten neuer Zahnanlagen vervollständigt worden sind. Am Ober- und Unterkiefer treten die Molaren  $\text{mo.1}$  in Erscheinung, wobei die erste Komponente des maxillaren ersten Backenzahnes ein von der ersten und zweiten Komponente des ersten mandibularen Molaren gebildetes Quertal zugestellt erhält, während die zweite Komponente des  $\text{mo.1}$  am Oberkiefer ein nach hinten noch offenes Quertal im Unterkiefer vorfindet. Die Querkämme der beiden Komponenten des mandibularen  $\text{mo.1}$  finden am Oberkiefer durch die Molar  $\text{mo.1}$ -Anlagenausbildung entsprechende Quertäler.

## 2. Die Beziehungen der Mahlflächen der Ober- und Unterkieferzähne zueinander

*a) Die Situation in der Ruhelage.*

Hierzu: Taf. P, Abb. A.

Beim Vergleich der Situation in der Ruhelage mit dem entsprechenden Situs im vorigen Fall zeigt sich Übereinstimmung. Die gegenseitige Ausrichtung der Zähne an der oberen und untern Zahnreihe entspricht derjenigen beim 3 Monate alten Kalb.

In besonders enger Beziehung befinden sich die Flächen der maxillaren  $\text{pr.2}^{\text{d}}$ ,  $\text{pr.3}^{\text{d}}$  und nunmehr auch des  $\text{pr.4}^{\text{d}}$  zu den Reibflächen der mandibularen  $\text{pr.3}^{\text{d}}$  und  $\text{pr.4}^{\text{d}}$ , also die vordersten Zähne des Gebisses, während die beiden Komponenten des Molars  $\text{mo.1}$  und des  $\text{mo.1}$  des Ober- und Unterkiefers in ihren Randteilen noch nicht so eng gegeneinander geschoben sind. Beim Ausschlag des Unterkiefers nach der linken oder rechten Seite hin übernehmen die erstgenannten Zähne des Oberkiefers sofort die Führung, nicht die Molaren, die erst durch jene zur Einschiebung in ihre Gegenpartner gelangen. Als eigentlich führender Zahn tritt  $\text{pr.3}^{\text{d}}$  am Oberkiefer auf.

*b) Die Situation bei der Seitenverschiebung des Unterkiefers (Mahlausschlag nach links und rechts).*

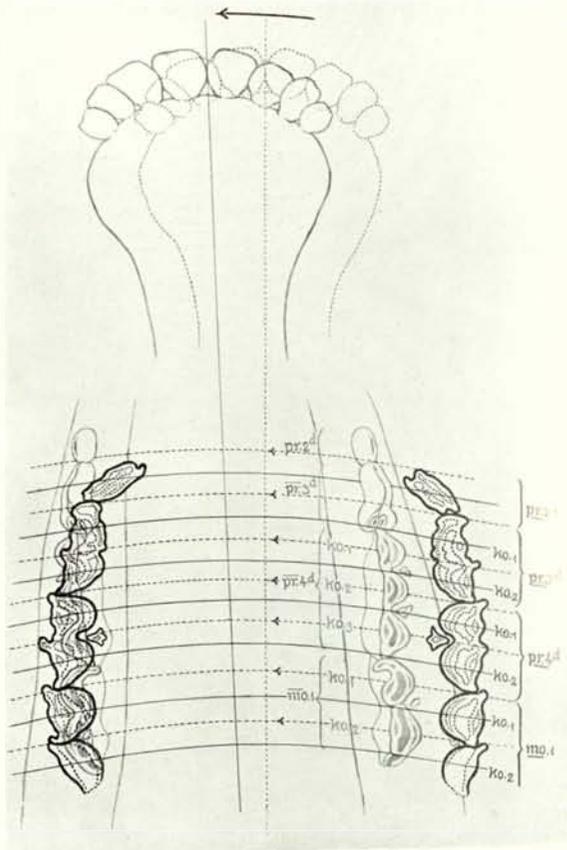
Hierzu: Taf. P, Abb. B und C.

Schlägt der Unterkiefer nach der einen oder andern Seite hin aus, so gelangt zur völligen Überreibung eigentlich nur der Prämolar  $\text{pr.2}^{\text{d}}$  des Oberkiefers. Der maxillare Prämolar  $\text{pr.3}^{\text{d}}$  wird nur in der lingualen Hälfte überstrichen, während diese beim Prämolar  $\text{pr.4}^{\text{d}}$  in der Phase des maxillaren Ausschlages von der Reibfläche der beiden hinteren Komponenten des Gegenpartners ( $\text{pr.4}^{\text{d}}$ ) zum grössten Teil besetzt ist.

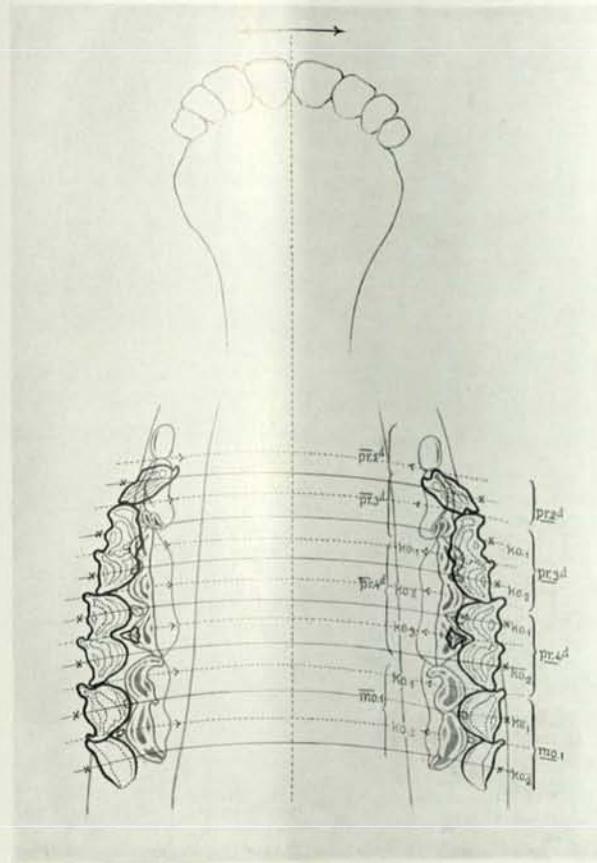
Projektion der Mahlfächen der Ober- und Unterkieferzahnreihe eines 11 Monate alten Rindes

(Rind Nr. 514, ♀)

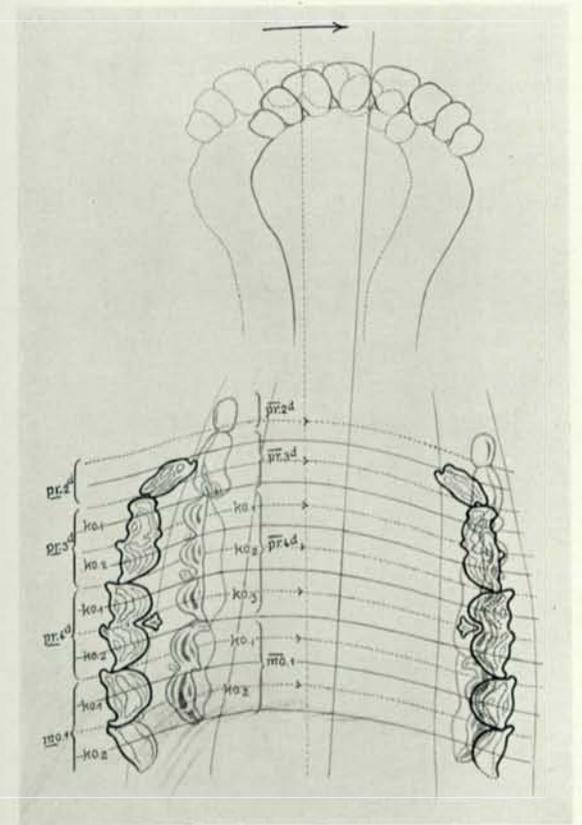
(Reproduktion kleiner als nat. Grösse; Verkl. 10:8)



B. Maximaler Ausschlag des Unterkiefers nach der linken Seite.  
(Linksseitige Okklusion.)



A. Normallage, Gebiss in Ruhelage.  
(Zentrale Okklusion.)



C. Maximaler Ausschlag des Unterkiefers nach der rechten Seite.  
(Rechtsseitige Okklusion.)

Die richtungsangegebende Rolle fällt den Kämmen der beiden Komponenten des Prämolars pr.3<sup>d</sup> am Oberkiefer zu.

Von den bukkalen Stützfeilern an den Zähnen des Unterkiefers ist der Strebepfeiler zwischen der zweiten und dritten Komponente bereits angeschliffen, während der Strebepfeiler zwischen der Komponente 1 und 2 des nämlichen Zahnes und zwischen den Komponenten 1 und 2 am Molar mo.1 des Unterkiefers noch keine Abschleifungsflächen zeigt.

#### IV. Die Verhältnisse bei einem 16 Monate alten Zwillingstier

##### 1. Allgemeine Feststellungen in bezug auf das Aufeinanderpassen der Zähne des Ober- und Unterkiefers

###### a) Die Situation in der Ruhelage.

Hierzu Taf. L, Abb. A.

Bei seitlicher Betrachtung des Gebisses in der Ruhelage fällt die starke Überdeckung der Unterkieferzähne durch die Zähne des Oberkiefers auf. Während diese in ihren seitlichen bukkalen Becherwandteilen der Betrachtung frei offen stehen, sind die Zähne des Unterkiefers mit Ausnahme des Prämolars pr.2<sup>d</sup> nur in ihren basalen Teilstücken sichtbar. Der frei zutage-tretende Gebissrand am Oberkiefer beschreibt von vorn nach hinten bereits einen typischen zickzackförmigen Linienverlauf. Die vorspringenden Zacken in dieser Verlaufslineie werden durch die distal weit hinabreichenden Spitzen der bukkalen Zahnbecherwände dargestellt, deren Endpunkte die am weitesten nach unten vorgeschobenen Teile der Hauptleisten der Zahnbecherwände sind. Die Stellen der eingezogenen hochgelegenen Zacken fallen mit den Endteilen der Seitenleisten der Zahnbecherwände zusammen. Die Lage der Spitzen am Oberkiefer ist derart, dass bereits ihre ihnen bei der Verschiebung des Unterkiefers zugewiesene zwischen deren Zahnsäulen vorgesehene Stellung am Unterkiefer zum Ausdruck kommt.

###### b) Die Situation bei der Seitenverschiebung des Unterkiefers (Mahlausschlag nach links bzw. nach rechts).

Hierzu Taf. L, Abb. B und C.

Hat sich der Unterkiefer, um den maximalen Mahlausschlag zu erreichen, nach einer Seite, nach links oder rechts hin verschoben, so stehen am Ende der Verschiebung — wir illustrieren die vollführte Dislokation auf der linken Seite (B) und supponieren eine leichte Öffnung, um gleichzeitig noch die Mahlflächen an den Zähnen des Unterkiefers darstellen zu können — die Zacken der beiden Komponenten der Prämolaren pr.3<sup>d</sup> und pr.4<sup>d</sup> sowie die Zacken der beiden Komponenten von Molar mo.1 in von zwei nebeneinander liegenden und zusammenstossenden Zähnen oder Zahnteilen (Einzelbecher, Zahnkomponenten) gebildeten Quertälern, und zwar steht:

die Zacke von Komponente 1 Prämolars pr.3<sup>d</sup> im Quertal vom hintern Teil des Prämolars pr.3<sup>d</sup> und der ersten Komponente von Prämolars pr.4<sup>d</sup>;

die Zacke von Komponente 2 pr.3<sup>d</sup> im Quertal von Komponente 1 und Komponente 2 des Prämolars pr.4<sup>d</sup>, vervollständigt durch den zwischen den beiden Komponenten ausgebildeten Zwischenstrebepfeiler;

die Zacke von Komponente 1 pr.4<sup>d</sup> im Quertal von Komponente 2 und Komponente 3 des pr.4<sup>d</sup>, vervollständigt durch den zwischen beiden Komponenten gelegenen Stützfeiler;

die Zacke von Komponente 2 pr.4<sup>d</sup> im Quertal von Komponente 3 pr.4<sup>d</sup> und von Komponente 1 mo.2;

die Zacke von Komponente 1 mo.1 im Quertal von Komponente 1 und Komponente 2 des mo.1 (der zwischen beiden Komponenten ausgebildete Zwischenstützpfiler ist vorhanden, erreicht aber mit dem distalen Endteil die Talsohle des Quertales noch nicht),

und die Zacke von Komponente 2 mo.1 im Quertal von Komponente 2 des mo.1 und der bereits «gestossenen», aber mit dem Seitenrand den Gegenzahn (mo.1) noch nicht ganz erreichenden ersten Komponente des mo.2 am Unterkiefer.

Die erste Komponente von mo.2 im Oberkiefer und die zweite Komponente von mo.2 im Unterkiefer kommen eben mit ihren distalen Teilen aus der Schleimhaut der Mundhöhle hervor, berühren sich aber bei geschlossener Kieferstellung selber gegenseitig noch nicht.

Bei geschlossener Kieferstellung berührt auch pr.2<sup>d</sup> das von pr.2<sup>d</sup> und dem vorderen Teil von pr.3<sup>d</sup> gebildete Quertal nicht.

Um die geschilderte Endstellung zu erreichen, ist dem Unterkiefer bei dieser Verschiebung von seiten des Oberkiefers eine Führung geworden, und zwar wird diese auf diesem Stadium der Gebiss- und Schädelentwicklung von den vordern Zähnen, vor allem von pr.2<sup>d</sup> und pr.3<sup>d</sup> und der ersten Komponente pr.4<sup>d</sup> bestritten, wogegen die zweite Komponente von pr.4<sup>d</sup> und der mo.1 in beiden Komponenten aus dem Grunde die Unterkieferleitung noch nicht übernehmen kann, weil in der Ruhelage die bukkalen Ränder der Zahnbecher von den äusseren Rändern der Gegenzähne des Unterkiefers noch nicht erfasst werden und aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen die Quertäler am Unterkiefer noch nicht an die inneren Zacken der Oberkieferzähne vorstossen. Auch sind die betreffenden Zacken der in Betracht fallenden Unterkieferzähne noch nicht in die betreffenden Quertalbildungen am Oberkiefer in der Ruhelage «eingefahren».

Die Hauptführung besorgt, unterstützt von den beiden Bechern des Prämolars pr.3<sup>d</sup>, pr.2<sup>d</sup> am Oberkiefer, der eine eigentümliche Stellungsrichtung innerhalb der Zahnreihe, die er als vorderster Zahn gleichsam eröffnet, einnimmt.<sup>1</sup>

## 2. Die Beziehungen der Mahlflächen der Ober- und Unterkieferzähne zueinander

### a) Die Situation in der Ruhelage.

Hierzu Taf. Q, Abb. A.

Von den Zähnen des Unterkiefers stehen in der Ruhelage nur die vordersten in näherer Beziehung zu den Gegenpartnern im Oberkiefer, indem nur die Unterkieferprämolaren pr.2<sup>d</sup>, pr.3<sup>d</sup> und pr.4<sup>d</sup> mit ihren bukkalen Randteilen (Kämmen) in die lingualen Gegentäler des Oberkiefers eingreifen und umgekehrt nur die Mahlflächen der Prämolaren pr.2<sup>d</sup>, pr.3<sup>d</sup> und pr.4<sup>d</sup> mit ihren lingualen Randpartien an die bukkalen Mahlflächenränder der entsprechenden Unterkieferzähne anstossen oder diese leicht überschneiden. Die beiden Komponenten des mandibularen Molars mo.1 und die Komponente 2 des maxillaren pr.4<sup>d</sup> sowie die beiden Komponenten des Molars mo.1 berühren sich mit ihren äusseren bzw. inneren Randteilen der Mahlflächen noch nicht. Dieser anatomisch-morphologischen Verhältnisse wegen ist es auf diesen Entwicklungsstadien ausgeschlossen, dass die Führung der beim Mahlausschlag sich dislozierenden Unterkieferzähne bei den zuletzt genannten weiter nach hinten gelegenen Backzähnen liegt. Die Führung liegt auf diesem Stadium vorn. Namentlich scheint in bezug auf die ganze Führung des Unterkiefers neben dem bereits erwähnten pr.2<sup>d</sup> die in der Mitte der Mahlfläche des Prämolars pr.3<sup>d</sup> auftretende Spitze eine wichtige Rolle zu bekleiden.

<sup>1</sup> Dass die vordern Zähne nicht so stark strapaziert werden wie die hintern Zähne, mag auch die Feststellung BECKERT's darlegen, die zeigt, dass in zwei Drittel der Fälle der Abstand des proximalen Endes der Schmelzeinstülpungen der Prämolaren eine Abnahme des Abstandes von Pr.2 zu Pr.4 zeigt.



### b) Die Situation bei der Seitenverschiebung.

Hierzu Taf. Q, Abb. B und C.

Verschiebt sich der Unterkiefer nun aus der Ruhelage nach links (ganz Entsprechendes findet bei der Verschiebung des Unterkiefers nach der rechten Seite hin statt), so wird die von pr. 2<sup>d</sup> und pr. 3<sup>d</sup> im Oberkiefer gebildete Einschnittkerbe vom Höcker des Zahnkammes des Prämolars pr. 2<sup>d</sup> im Unterkiefer befahren, und das Quertal von der hintern Hälfte des Prämolars pr. 3<sup>d</sup> und der von der vorderen Hälfte der ersten Komponente des Prämolars pr. 4<sup>d</sup> gleitet am Querkamm der Komponente 1 des pr. 3<sup>d</sup> vorbei. Ähnliches gilt für das nach hinten nächstfolgende mandibulare Quertal in bezug auf den an der zweiten Komponente des pr. 3<sup>d</sup> ausgebildeten Oberkieferquerkamm. Wichtig scheinen überdies die Beziehungen des zweiten hinteren Quertales im Prämolars pr. 4<sup>d</sup> im Unterkiefer zum Kamm der ersten Komponente des pr. 4<sup>d</sup> im Oberkiefer zu sein.

Der Zahnkamm der ersten Komponente des pr. 4<sup>d</sup> gleitet in dem zwischen der ersten und zweiten Komponente des pr. 3<sup>d</sup> liegenden Quertal, derjenigen der mittleren Komponente des pr. 4<sup>d</sup> im von der zweiten Komponente des pr. 3<sup>d</sup> und der ersten Komponente des pr. 4<sup>d</sup> begrenzten Einschnitt, während der Querkamm der dritten Komponente des pr. 4<sup>d</sup> von dem zwischen den Kämme der ersten und zweiten Komponente liegenden Einschnitt am pr. 4<sup>d</sup> aufgenommen wird.

Das zwischen der letzten Komponente des pr. 4<sup>d</sup> und dem ersten Zahnbecher des mo. 1 im Unterkiefer gelegene Quertal dient zur Aufnahme des Querkammes der zweiten Komponente des pr. 4<sup>d</sup> am Oberkiefer.

Der Querkamm der ersten Komponente des mo. 1 gleitet in dem zwischen der zweiten Komponente des pr. 4<sup>d</sup> und der ersten Komponente des mo. 1 gelegenen Quertal, der Querkamm der zweiten Komponente des mo. 1 in dem zwischen Komponente 1 und 2 des mo. 1 sich öffnenden Einschnitt, wogegen die zwischen Komponente 1 und 2 am mo. 1 des Unterkiefers gebildete Spalte den in sie hineindringenden Querkamm der ersten Komponente des mo. 1 am Oberkiefer umschliesst. Das hinterste Quertal, das zwischen der zweiten Komponente des mo. 1 und der ersten Komponente des mo. 2 gelegen ist, ist der zukünftige Einschnitt, der mit der Querkammzacke der zweiten Komponente des mo. 1 zur Reibung gelangt.

Nur bei pr. 2<sup>d</sup> und an der ersten Komponente des pr. 3<sup>d</sup> gleiten die zugeordneten Unterkieferzähne über die ganze Mahlfläche hinweg. Die andern übrigen, weiterhin ausgebildeten Mahlflächen am Oberkiefer werden auf dieser Altersstufe während des Mahllaktvollzuges nur teilweise, zur Hälfte oder auf einem noch kleineren Teil von den Unterkieferzähnen innerhalb der Mahlamplitude überrieben. Sie können deshalb auf dieser Altersstufe funktionell unmöglich beim Zerkleinerungsprozess der Rohfaser als hauptsächliche Teile des Kiefers gelten.

Das Schwergewicht in der Führung des beweglichen Unterkiefers liegt auf dieser Entwicklungsstufe zweifellos in der vordern Region (Prämolarregion) des Molargebisses, nicht hinten.

### Zusammenfassung

Fassen wir die Resultate dieser an den Gebissen eines 3 Wochen, 3 Monate, 11 und 16 Monate alten Rindes durchgeführten Untersuchung zusammen, so zeigt sich, dass «die Einrichtung» der Querkämme des Oberkiefers in die Quertäler des Unterkiefers und der Querkämme dieses in die Quertäler jenes sukzessive von vorn nach hinten erfolgt, und in den einzelnen Fällen fortwährend von vorn nach hinten immer mehr bukkale Anfangsteile von Querkämmen einzelner man-

dibularer Becher entsprechenden interkalikären Quertaleingängen genähert werden, so dass die Anzahl der beim Mahlausgang direkt in die Täler einfahrenden Kämme mit sukzessivem Alter im Ansteigen begriffen ist. Entsprechend der Komplettierung der Zahnreihe von vorn nach hinten werden ganz allmählich immer weitere Gebissteile eingefahren.

Nur bei jungen Tieren bleiben die Mahlflächen im Gebiete der vordersten Prämolaren während der ganzen Transversalverschiebung des Unterkiefers gegenseitig miteinander in Berührung und zeigen die optimale Reibpotenz. Bei älteren Tieren gleiten die Flächen der sich verschiebenden Unterkieferprämolaren über die Mahlflächen ihrer Gegenpartner in der Phase des Mahlausschlages hinweg und geben den Kontakt zu diesem während ihrer Passage auf, so dass letzterer dann nur von den eigentlichen Mahlzähnen, den Molaren, aufrecht erhalten wird.

Jede Komponente im Gebiss, sei es ein Einzelzahn, sei es nur eine Teilkonstituente einer Zahnanlage, hat von Anbeginn an einen bestimmten Gegenpartner, der nicht gewechselt wird, es sei denn durch einen Zahn der zweiten Dentition. Jeder Querkamm an einem Zahnbecher des Oberkiefers fällt einem ganz bestimmten Quertal des Unterkiefers zu, mit dem es in engere Beziehungen tritt und das es in Form eines Reibareals dauernd beibehält. Das nämliche gilt für die Quertäler des Oberkiefers in Relation zum Querkamm des Unterkiefers sowie für die Querkämme und Quertäler des Unterkiefers.

Das physiologische Schwergewicht fällt im Alter, im Gegensatz zur Regelung in der Jugend, wo die Molaren als gestossene Zähne noch nicht sämtlich vorhanden sind und deshalb die hinteren Prämolaren vorgängig ihre Leistungen zu übernehmen haben, auf die eigentlichen Backzähne. Nach wie vor behalten die vorderen Prämolaren, sei es im Milch-, sei es im Definitivgebiss, ihre direkt eingreifende Bedeutung zur Stabilisierung der Unterkieferbewegung bei.

Die Wechselbeziehungen von Ober- und Unterkiefermahlflächen im Bereich der Molaren werden nicht geändert durch den Wechsel der Milchprämolaren und das Auftreten der Definitivprämolaren, jedoch tritt durch die Zahnerneuerung eine Vereinfachung der Anzahl der einzelnen Mahlflächen und der gegenseitigen Beziehungen der gewechselten Zähne untereinander ein (vide Textfig. 22, pg. 208).

Die Verhältnisse bleiben, in bezug auf die Mahlflächen, soweit die Prämolaren pr.2<sup>d</sup> und die Prämolaren pr.2<sup>d</sup> und pr.3<sup>d</sup> in Frage kommen, dieselben und werden durch den Zahnwechsel nicht betroffen. Anders dagegen verhält sich die Sache im Bereich der Prämolaren pr.3<sup>d</sup> und pr.4<sup>d</sup> im Ober- und des Prämolaren pr.4<sup>d</sup> im Unterkiefergebiss, wo durch den Zahnwechsel eine Vereinfachung geschaffen wird.

In bezug auf die einzelnen Teilmahlflächen, die am Ober- und Unterkiefer zur Reibung gelangen, stellt das Dauergebiss gegenüber dem Milchzahnggebiss den vereinfachten Reibapparat dar. Während nämlich im Milchzahnggebiss am Oberkiefer der zweit- und dritt-vordere Milchzahn (pr.3<sup>d</sup> und pr.4<sup>d</sup>) in Gestalt zweier zweibecheriger (-komponentiger) Zähne auftritt und im Unterkiefer der dritt-vorderste Prämolare sogar in Form eines dreibecherigen (-komponentigen) Zahnes erscheint (pr.4<sup>d</sup>), so zeigt das Dauergebiss im Oberkiefer an Stelle der beiden zweibecherigen Zähne je einen einbecherigen Vorderzahn (Pr.3 und Pr.4) und an Stelle des dreikomponentigen Prämolaren pr.4<sup>d</sup> gleichfalls einen nur einkomponentigen Zahn (Pr.4). Durch die Einführung wieder einfacherer Zahntypen an Stelle von mehrkomponentigen Zähnen wird die Zahl der einzelnen in die Reibung einbezogenen Teilreibflächen bedeutend herabgesetzt (vide pag. 204 Vergleichstabelle, und Textfig. 22 pag. 208 Schema A und B). Statt acht Teilmahlflächen am Milchgebiss des Oberkiefers werden im Dauergebiss am

Oberkiefer nur vier Teilmahlflächen notwendig, und ebenso tritt eine Reduktion am Unterkiefer ein, wo nur zwei Teilmahlflächen statt sechs Teilmahlflächen den betreffenden Mahlflächen des Oberkiefers als Gegenpartner zur Verfügung stehen. Obwohl die Wiedereinführung von einfach gebauten Zähnen an Stelle von mehrbecherigen Zähnen die Anzahl der Querkämme im Oberkiefer auf die Hälfte, im Unterkiefer sogar auf einen Drittel im Dauergebiss eingeschränkt wird, erhält durch diese Neuerung das ganze Gebiss im Interesse der Führung des beweglichen Unterkiefers eine grössere Stabilität, die auch eine vollkommeneren Führung der einzelnen Konstituenten des Gebisses in ihren Zahnreihen bei der Verschiebung gewährleistet.<sup>1, 2</sup>

Die Forscher stimmen im allgemeinen, auch neuerdings, darin überein, dass Gebissanomalien beim Rind relativ selten, im Vergleich zu den Vorkommnissen beim Pferd, auf alle Fälle weniger häufig sind.

Was beim Wiederkäufer als normale Gebissausbildung erscheint (Auftreten von schiefgeigten Querkämmen und von innen nach aussen geneigten Quertälern am Gegenkiefer, zahnstangenartiges Ineinandergreifen der sägezahnhaft abgegrenzten Gebissränder), das erscheint, wir folgen den Ausführungen KITZ'S (1892), in pathologischen Fällen hin und wieder beim Pferd («Treppengebiss», «Wiederkäuergebiss»)<sup>3</sup>.

Es sind zuzufolgedessen die kongruenten Erscheinungen beim einen und andern Vertreter der Ungulaten ganz verschieden zu beurteilen, eine For-

<sup>1</sup> Im Gegensatz zu den Paarhufern wird der Unpaarhufer, das Pferd, nach OSTERTAG (1915) sehr häufig von Zahnkrankheiten befallen. Die Rinder treten in dieser Hinsicht stark in den Hintergrund. Bei ersteren kommt es zuzufolgedessen häufig zu mechanisch bedingten, durch Entzündungen veranlassten Störungen im Kaugeschäft und deshalb auch in der Ernährung der Tiere. Besonders wichtig sind bei den Pferden die Erkrankungen der Backzähne, die in Kanten- und Zahnschmelzbildungen auftretenden Zahnformationen. Interessant ist das Auftreten des sog. «Wiederkäuergebisses» bei den Pferden, das eine Anomalie der Kauflächen der Backzähne darstellt und in welchem Fall querlaufende Rinnen und Kämme entstehen, ähnlich wie sie die Kaufläche der Backzähne des Rindes normalerweise aufweist. Die Entstehung des Wiederkäuergebisses wird von einigen Autoren, wie OSTERTAG (1915) in seinem umfassenden Werk über «Krankheiten der Zähne» anführt, in Zusammenhang mit einer eigentümlichen Verschiebung des Gebisses gebracht, wobei man sich vorstellen kann, dass vorwiegend seitliche Bewegung des Unterkiefers, ohne Verschiebung von hinten nach vorne, zu der eigenartigen Abnutzung des Gebisses führen kann. Es wäre in solchen pathologischen Fällen nach unserm Dafürhalten sehr interessant, festzustellen, ob ähnliche Relationen unter den einzelnen Komponenten der Gebissanlage beim Pferd bestehen, wie sie beim Rind aufzustellen und auch in unserer Arbeit aufgestellt worden sind.

Auch liesse sich denken, dass, vorausgesetzt, den Pferdebackzähnen läge ein ähnlicher Bildungsmodus wie den Backzähnen beim Rind (Papillarsprossung) zu Grunde, im Falle der Ausbildung eines «Wellen-» oder «Treppengebisses» beim Pferd, einzelne Papillen bzw. Papillenteile eine anormale Ausbildung und Verhärtung erlangten und deshalb eine verschiedene Festigkeit besässen, wodurch die Gesamtkaufläche allmählich den abweichenden Verlauf von der geraden Richtung zeigt, ist doch bekannt, dass beide Gebissanomalien schon bei jungen Tieren auftreten können.

Im Falle der Ausbildung eines Scherengebisses beim Pferd liesse sich denken, dass die auch da auftretenden «Basalsäulchen» in abnormaler Weise (unverkalkt oder überhaupt nicht oder zu spät) zur Ausbildung gelangten.

<sup>2</sup> In Übereinstimmung mit den Angaben neuerer Forschung weist SCHOEBER (1920) darauf hin, dass, obwohl unter seinem Material je zweimal beim Rind ein wellen- und treppenförmiges Gebiss aufzufinden war, niemals ein scharfes oder kantiges Gebiss angetroffen werden konnte, und dass er auch nie einem Scherengebiss beim Rind begegnet sei.

<sup>3</sup> Wenn wir den «Basalsäulchen» und den intradentär auftretenden Stützelementen mechanische Festigungs- und Stützfunktionen zudenken möchten, die mit der Erhaltung der primären Zahnform, speziell mit der Erhaltung der Zahnkämme und ihrer Einschnitte, der Zahntäler in den Zahnreihen im Sinne ihrer topographischen ausgeglichenen Relationen zusammenhängen und quasi die Bremsen des fortschreitenden Einschleif- und Substanzabtragungsprozesses darstellen und ein zu rasches Einschneiden der «Täler» abstoppen oder verhindern, so spricht gegen eine solche Auffassung durchaus nicht der Umstand, dass diese Elemente bei naheverwandten Formen nur in der Anlage oder überhaupt nicht vorhanden sind: «Ziegen, Schafe und die Mehrzahl der Antilopen (Gazellen, Springböcke, Ziegen-Antilopen) unterscheiden sich durch das fast durchgehende Fehlen accessorischer Säulen der Molaren, durch deutliche Koulissenstellung der Hälften derselben etc. ...»

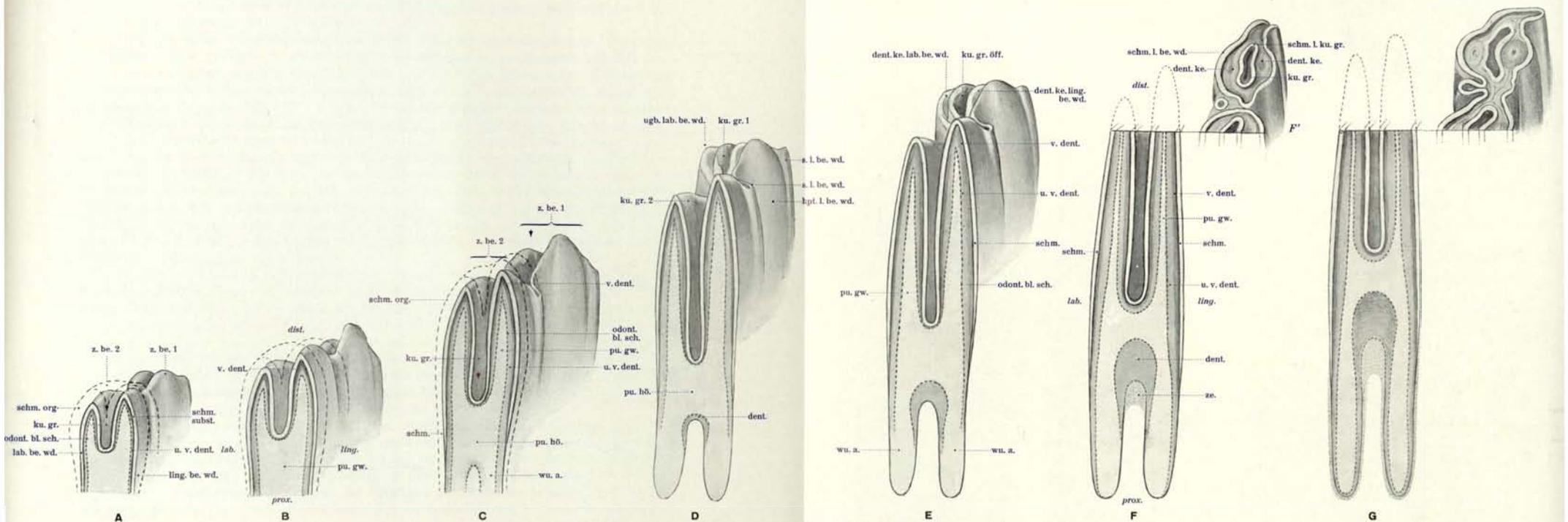
Tabelle zum Vergleich der im Ober- und Unterkiefer einander gegenüberliegenden Mahl- und Teilmahlf lächen an den einzelnen Zähnen des Milch- und Dauergebisses

<b>Milchgebiss</b>		<b>Dauergebiss</b>	
An der Mahlf läche des Oberkieferszahnes	reibt sich die Mahlf läche des Unterkieferszahnes	An der Mahlf läche des Oberkieferszahnes	reibt sich die Mahlf läche des Unterkieferszahnes
<u>pr. 2<sup>d</sup></u>	<u>pr. 2<sup>d</sup></u> und der vordere Teil des <u>pr. 3<sup>d</sup></u>	<u>Pr. 2</u>	<u>Pr. 2</u> und der vordere Teil des <u>Pr. 3</u>
<u>pr. 3<sup>d</sup></u> 1. Komponente	der hintere Teil des <u>pr. 3<sup>d</sup></u> und der vordere Teil der 1. Komponente des <u>pr. 4<sup>d</sup></u>	<u>Pr. 3</u>	der hintere Teil des <u>Pr. 3</u> und der vordere Teil des <u>Pr. 4</u>
2. Komponente	der hintere Teil der 1. Komponente des <u>pr. 4<sup>d</sup></u> und der vordere Teil der 2. Komponente des <u>pr. 4<sup>d</sup></u>	<u>Pr. 4</u>	der hintere Teil des <u>Pr. 4</u> und der vordere Teil der 1. Komponente des <u>mo. 1</u>
<u>pr. 4<sup>d</sup></u> 1. Komponente	der hintere Teil der 2. Komponente des <u>pr. 4<sup>d</sup></u> und der vordere Teil der 3. Komponente des <u>pr. 4<sup>d</sup></u>	<u>mo. 1</u> 1. Komponente	der hintere Teil der 1. Komponente des <u>mo. 1</u> und der vordere Teil der 2. Komponente des <u>mo. 1</u>
2. Komponente	der hintere Teil der 3. Komponente des <u>pr. 4<sup>d</sup></u> und der vordere Teil der 1. Komponente des <u>mo. 1</u>	2. Komponente	der hintere Teil der 2. Komponente des <u>mo. 1</u> und der vordere Teil der 1. Komponente des <u>mo. 2</u>
<u>mo. 1</u> 1. Komponente	der hintere Teil der 1. Komponente des <u>mo. 1</u> und der vordere Teil der 1. Komponente des <u>mo. 1</u>	<u>mo. 2</u> 1. Komponente	der hintere Teil der 1. Komponente des <u>mo. 2</u> und der vordere Teil der 2. Komponente des <u>mo. 2</u>
2. Komponente	der hintere Teil der 2. Komponente des <u>mo. 1</u> und der vordere Teil der 1. Komponente des <u>mo. 2</u>	2. Komponente	der hintere Teil der 2. Komponente des <u>mo. 2</u> und der vordere Teil der 1. Komponente des <u>mo. 3</u>
<u>mo. 2</u> 1. Komponente <sup>1</sup>	—	<u>mo. 3</u> 1. Komponente	der hintere Teil der 1. Komponente des <u>mo. 3</u> und der vordere Teil der 2. Komponente des <u>mo. 3</u>
2. Komponente <sup>2</sup>	—	2. Komponente	der hintere Teil der 2. Komponente des <u>mo. 3</u> und der 3. Komponente des <u>mo. 3</u>

<sup>1</sup> Becherwand das Zahnfleisch eben durchstossend

<sup>2</sup> Becherwand noch nicht sichtbar

Illustrationsschema zur Veranschaulichung der Entwicklung eines zweibecherigen komplexen Unterkieferzahnes beim Rind, von einheitlicher Anlage an bis zur Vollentwicklung unter Berücksichtigung der Innen- und Mahlfächenstruktur und unter Darstellung der zwischen beiden Strukturen bestehenden Beziehung



Entwicklung («Progression»)

Abnüt

Der zweibecherige Zahn ist so zur Darstellung gebracht, dass die hintere, zweite Komponente, durch einen labio-lingualen Längsschnitt aufgeteilt, dem Beschauer die Mahl- und Längsschnittfläche zeigt.

**Fig. A bis E:** Phasen der Ausbildung des Zahnes  
**Fig. F bis J:** Phasen der Rückbildung des Zahnes  
 (Der Darstellung des Schemas liegt ein Zahn zugrunde, dessen Becherwurzel eine Aufteilung in einen labialen und lingualen Nebenast zeigt.)

**Fig. F', G', H', J':** distale Teile des in seinem hinteren Becher längs aufgeteilten komplexen Zahnes, die allmähliche Umgestaltung der Oberfläche in die charakteristische Mahlfäche veranschaulichend  
**Fig. H'':** Ergänzungsfigur zu H', die eigentliche, natürliche Gestalt der Mahlfäche mit oral und aboral abfallenden Partialoberflächen wiedergebend und dadurch die Existenz der «Querklammern» berücksichtigend

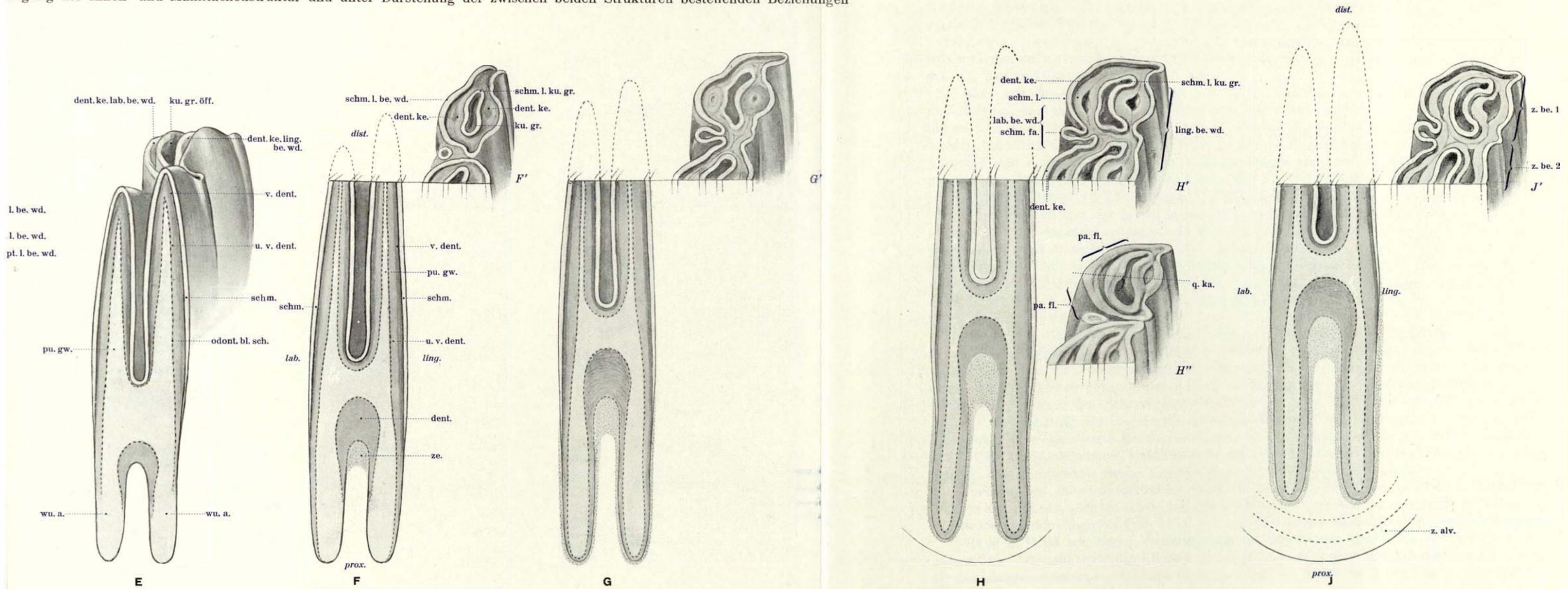
dist. = distal  
 prox. = proximal  
 lab. = labial bzw. bukkal  
 ling. = lingual

Zone zwischen unterbrochener und ausgezogener Linieneinfassung:  
 Schmelzpulpa  
 Weisse Zone: Schmelzsubstanz  
 Dunkelgraue Zone: verkalktes Dentin  
 Graue Zone: unverkalktes Dentin  
 Punktierter Linie: Odontoblastenschicht  
 Leicht hellgraue Fläche: Pulpagewebe des Papillarkörpers (Zahnpulpa)  
 Hell punktierte Schicht: Zement

dent. = Dentin  
 dent. ke. = Dentinkerbe  
 dent. ke. lab. be. wd. = Kerbe im Dentin, an der labialen Becherwand  
 dent. ke. ling. be. wd. = Kerbe im Dentin, an der lingualen Becherwand  
 ugh. lab. be. wd. = umgebogene labiale Becherwand

hpt. l. be. wd. = Hauptleiste an der  
 ku. gr. = Kundengrube  
 ku. gr. 1 = Kundengrube des 1.  
 ku. gr. 2 = Kundengrube des 2.  
 ku. gr. öff. = Kundengrubenöffnung  
 lab. be. wd. = labiale (bukkale) Becherwand  
 ling. be. wd. = linguale Becherwand  
 odont. bl. sch. = Odontoblastenschicht  
 pa. fl. = schiefabfallende Part.  
 pu. gw. = Pulpagewebe  
 pu. hō. = Pulpahöhle  
 q. ka. = Querkamm  
 schm. = Schmelz  
 schm. fa. = Schmelzfalte  
 schm. l. = Schmelzleiste

komplexen Unterkieferzahnes beim Rind, von einheitlicher Anlage an bis zur Vollentwicklung des Zahnes und die Rückbildung während des Abnützungsprozesses  
 ntigung der Innen- und Mahlfächenstruktur und unter Darstellung der zwischen beiden Strukturen bestehenden Beziehungen



Abnützung und Abbau («Regression»)

Zone zwischen unterbrochener und ausgezogener Linieneinfassung:  
 Schmelzpulpa  
 Weisse Zone: Schmelzsubstanz  
 Dunkelgraue Zone: verkalktes Dentin  
 Graue Zone: unverkalktes Dentin  
 Punktierte Linie: Odontoblastenschicht  
 Leicht hellgraue Fläche: Pulpagewebe des Papillarkörpers (Zahnpulpa)  
 Hell punktierte Schicht: Zement

dent. = Dentin  
 dent. ke. = Dentinkerbe  
 dent. ke. lab. be. wd. = Kerbe im Dentin, an der labialen Becherwand  
 dent. ke. ling. be. wd. = Kerbe im Dentin, an der lingualen Becherwand  
 ugb. lab. be. wd. = umgebogene labiale Becherwand

hpt. l. be. wd. = Hauptleiste an der lingualen Becherwand  
 ku. gr. = Kundengrube  
 ku. gr. 1 = Kundengrube des ersten Zahnbechers  
 ku. gr. 2 = Kundengrube des zweiten Zahnbechers  
 ku. gr. öff. = Kundengrubenöffnung  
 lab. be. wd. = labiale (bukkale) Becherwand  
 ling. be. wd. = linguale Becherwand  
 odont. bl. sch. = Odontoblastenschicht  
 pa. fl. = schiefabfallende Partialfläche der Mahlfäche  
 pu. gw. = Pulpagewebe  
 pu. hö. = Pulpahöhle  
 q. ka. = Querkamm  
 schm. = Schmelz  
 schm. fa. = Schmelzfalte  
 schm. l. = Schmelzleiste

schm. l. be. wd. = Schmelzleiste an der Becherwand (äussere Schmelzschicht des Zahnbechers)  
 schm. l. ku. gr. = Schmelzleiste an der Kundengrube (Schmelzauskleidung der Kundengrube)  
 schm. org. = Schmelzorgan  
 schm. subst. = Schmelzsubstanz (substantia adamantina)  
 s. l. be. wd. = Seitenleiste an der lingualen Becherwand  
 u. v. dent. = unverkalktes Dentin (Prädentin)  
 v. dent. = verkalktes Dentin  
 wu. a. = Wurzelast  
 z. alv. = Zahnalveole  
 z. be. 1 = Zahnbecher 1 (vorderer Zahnbecher)  
 z. be. 2 = Zahnbecher 2 (hinterer Zahnbecher)  
 ze. = Zement

derung, die in der Praxis nicht übersehen werden kann, wo allzu leicht die Gefahr besteht, die nämlichen Methoden der Korrekturen im einen und andern Fall, in der Meinung gleiches zu tun, in Anwendung zu bringen (Abrafflung spitzer Zähne), wiewohl das eine Mal in facta die Prozedur auf ein normal veranlagtes Gebiss gerichtet ist (Rind), das andere Mal auf ein anormales, deformiertes Gebiss (Pferd).

Auch aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die zusammengesetzten Prämolaren und Molaren, bald nachdem sie die Oberfläche der Schleimhaut der Mundhöhle durchstossen haben, von dem ihnen zugewiesenen Gegenpartner in einen Abreibungsprozess hineingezogen werden, innerhalb welchem sie die ursprüngliche Beschaffenheit ihres distalen Zahnkörperendes verlieren und dafür die neue, für sie nunmehr charakteristische Mahlfläche erhalten. Dabei gestalten sich die einzelnen Zahnbecher in einer Weise um, wie es im übersichtlichen vorstehenden Schema (Taf. S) veranschaulicht wird. In dieser Darstellung haben wir aus Gründen der leichteren Wiedergabe jeweils die Mahlflächen nur flächenhaft angegeben,<sup>1</sup> wo hingegen das durch die Wandverlängerung schon von Anfang an vorhandene Kammrelief erhalten bleibt, wie wir dies noch besonders in H' in Fall H im Schema wiedergegeben haben. Nur in pathologischen Fällen kommt es zu einer dauernden Abflachung der Kauebene. Normalerweise bleiben die Kauebenen pyramidenartig aufgeworfen, bleibt der sägezahnartige Seitenrand des Zahnbechers unter Erhaltung der Querkämme gewahrt.

Die fertige Mahlfläche unterscheidet sich von der Anlage der Mahlfläche, wie sie dem stossenden Fröh Zahn eigen ist, insofern, als die freien Zahnbecherränder keine Schmelzfaltensäume mehr darstellen, sondern durch von Schmelzbelägen der Becher- und Kundenwand umstellte Anschliffflächen gekennzeichnet sind, die bekanntlich die Form von «Halbmonden» besitzen und zwischen den Schmelzleisten (Einfassungen) die Dentinsubstanz erkennen lassen. Durch die Abnutzung der ursprünglichen Schmelzfaltentränder der Zahnbecher gelangt nämlich auch die weniger harte Dentinsubstanz an die Oberfläche des Zahnes und beteiligt sich am Aufbau der funktionellen Mahlfläche, in welcher Härtenunterschiedlichkeit gerade das Geheimnis der Wirksamkeit zweier zusammenarbeitender Reibelemente liegt.<sup>2</sup>

In bezug auf die ganze zukünftige Kaufläche schafft die Abnutzung nicht einen Querschnitt in Form einer Ebene, sondern erhält den schon durch das Verhalten der Becherwände frühestens angedeuteten bukko-lingualen Faltenwurfgrat, der sich zum geschlossenen Querkamm umgestaltet.

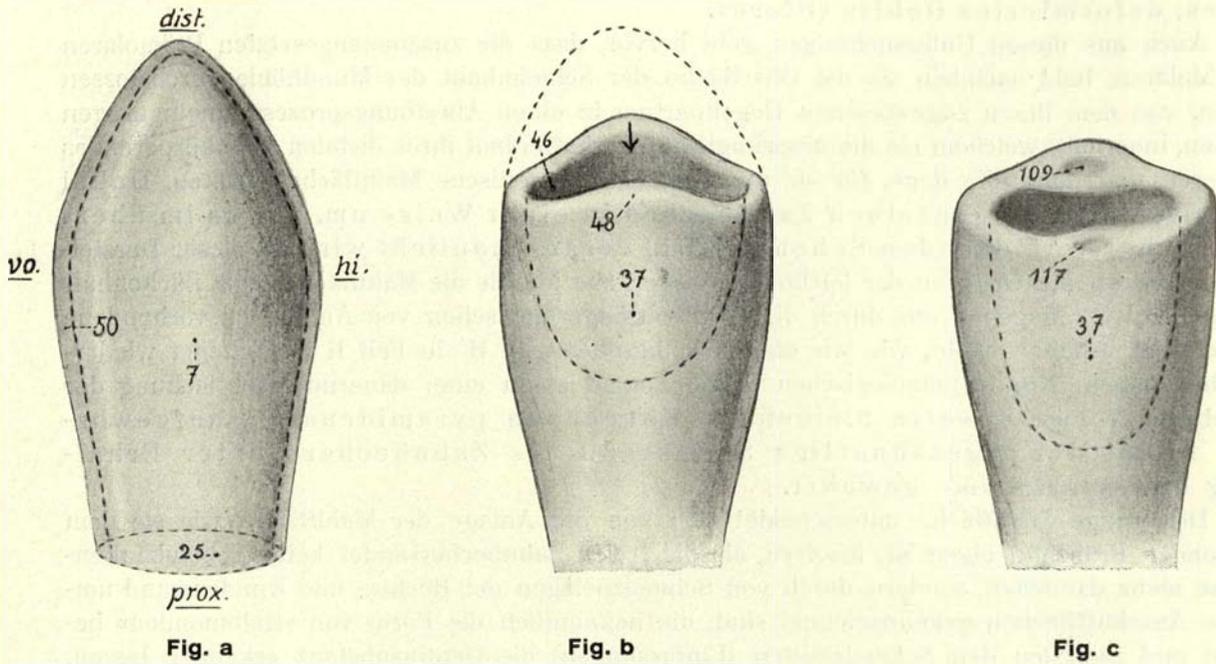
Hand in Hand mit diesen Veränderungen im Bereich der Mahlfläche treten die Erscheinungen der Tiefenabnahme der Kunden, der Reduktion der Länge des Zahnkörpers auf, gegen die das Längenwachstum der Wurzeln kompensatorisch in Erscheinung tritt und im vorgerückten

<sup>1</sup> Wir taten dies nur der einfachen Darstellung wegen. In Wirklichkeit bleiben normalerweise die Kämme an den Mahlflächen der Zähne, auch wenn diese abgeschliffen sind, erhalten. Die einfache «Glättung der Kaufläche» ist eine anormale Erscheinung und bringt, wie BECKERT (1933) richtig bemerkt, nicht nur den Nachteil der schlechteren Nahrungszerkleinerung mit sich, wodurch wieder der ganze Akt der Verdauung ungünstig beeinflusst wird, sondern ist auch ein prädisponierendes Moment für die Entstehung von Wellen- und Treppengebissen, von Frakturen, Karies, Pulpitis und andern Zahnerkrankungen.

<sup>2</sup> An den Zähnen der Molarzahnreihe ist also der An- und Abschleifungsprozess durchaus nicht nur im Sinne eines regressiven Vorganges zu bewerten. Er ist in seiner ersten Phase ganz sicher ein Prozess der funktionellen Gestaltung: «Bei den Zähnen findet infolge der Abnutzung vielfach eine wichtige Art der funktionellen Gestaltung statt, wie unzählige Beispiele aus der vergleichenden Anatomie... beweisen». GEBHARDT (1900).

Schon frühzeitig ist in Verbindung mit dem Zustand der Anisognathie von RYDER (1878) dem die Zahnentwicklung beeinflussenden mechanischen Moment Beachtung geschenkt werden: ... «as the excursive movements have increased in complexity there has been an apparent increase in the complexity enamel foldings, ridges, and crests.» In dem der Autor bemerkt, dass die Zoologen bis anhin wenig oder keine Aufmerksamkeit den Mandibularbewegungen als unmittelbare Ursache für die Zahnmodifikation geschenkt hätten, fährt er fort: «The evidence which is however most striking of all is the gradual derivation of the crescentoid type of cusp, apparently from the conical type.»

Schema zur Veranschaulichung der allmählichen Umwandlung eines Zahnkegels in  
und in Verbindung mit den Erscheinungen der



Ortsbezeichnungen:

vo. = vorn  
hi. = hinten

dist. = distal  
prox. = proximal

**Fig. a** = einfacher Zahnkegel

**Fig. b** = der aus dem supponierten Kegel durch Spitzeneinstülpung entstandene Zahnbecher (Zahnbecher mit Kunde)

**Fig. c** = beginnende Erosion am freien Rand des Zahnbechers

**Fig. d** = das nämliche Entwicklungsstadium, jedoch Schmelzmantel des Zahnbechers durchsichtig gedacht. Dentinbestandteile plastisch in die Zahnform eingezeichnet. Zahnbecher in den Randteilen mit den zufolge der weiter fortschreitenden Abschleifung stärker hervortretenden Randerosionen («Gebrauchsusuren»)

**Fig. e** = zwei im papillären Sprossungsprozess entstandene Filiarbecher samt ihren freien, erodierten Rändern, den Kundengruben, dem intradentären und interkalikären Stützpfiler

**Fig. e'** = Dentinbestandteile des Doppelzahnbechers separat

einen Zahnbecher mit den das spätere Strukturbild der Mahlfläche herbeiführenden Abnützung auftretenden, typischen Randerosionen

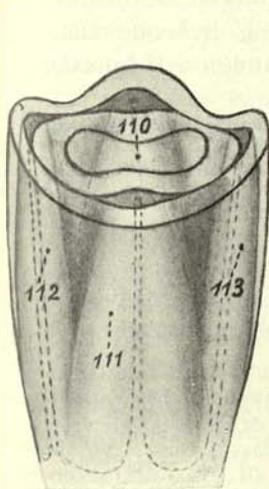


Fig. d

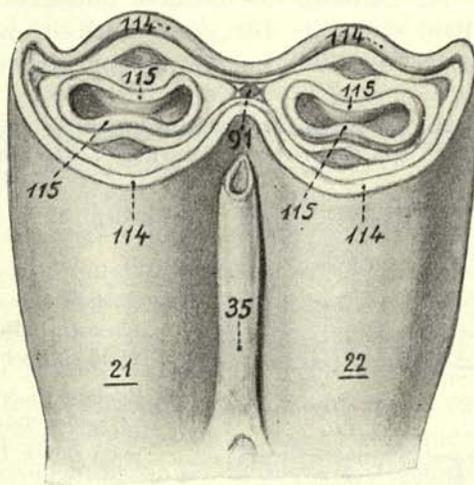


Fig. e

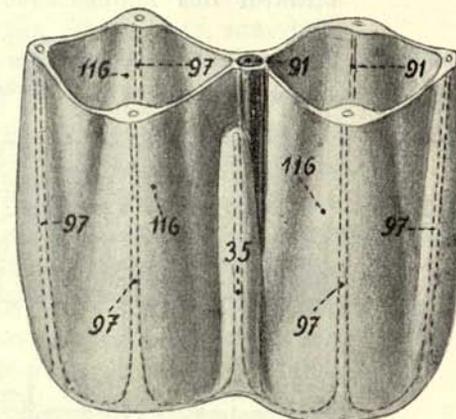


Fig. e'

Erklärungen der Verweisziffern:

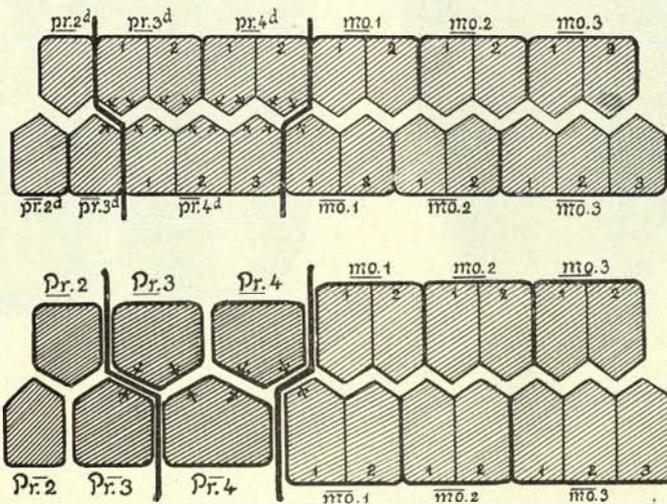
- 7 = Dentin
- 21 = Zahnkomponente 1
- 22 = Zahnkomponente 2
- 25 = Pulpa
- 35 = Zwischenstrebepeileranlage
- 37 = Kundengrube
- 46 = linguale Becherwand
- 48 = labiale (bukkale) Becherwand
- 50 = Schmelz (substantia adamantina)
- 91 = intradentärer Stützpeiler
- 97 = Pulpakegel
- 109 = erodierte Stelle an der lingualen Wand des Zahnbeckers
- 110 = Pulpa- bzw. Dentinkegel, linguale Becherwand
- 111 = Pulpa- bzw. Dentinkegel, labiale bzw. bukkale Becherwand
- 112 = Pulpa- bzw. Dentinkegel, vordere Wand des Zahnbeckers
- 113 = Pulpa- bzw. Dentinkegel, hintere Wand des Zahnbeckers
- 114 = Schmelzrand des Zahnbeckers
- 115 = Schmelzrand der Zahnkante
- 116 = Dentinkegel
- 117 = erodierte Stelle an der labialen bzw. bukkalen Wand des Zahnbeckers

Alter die durch Zementanlagerung bedingte Zahnalveolengrund-Verlegung (untenstehendes Schema Taf. S, F—J).<sup>1</sup>

In welcher Weise aus den einfachen Bechern bzw. aus den in sich selber eingestülpten Zahnkegeln (Bechern mit Kunde) die Umbildung in den komplexen Zahn zufolge der Auswirkung des Abnützungsprozesses vor sich geht, ist an Hand eines weiteren Schemas, Textfigurentaf. R, pg. 204/205, zur Darstellung gebracht worden.

Nachdem wir in übersichtlicher Weise die Züge der Entwicklung des Molarzahnes beim Rind geschildert und die Genese der Struktur des fertigen und gebrauchstüchtigen Zahnes erörtert haben und auch erwähnten, dass die für gewöhnlich in Erscheinung tretende Baustruktur des Zahnes erst im Laufe der Zeit im Abnützungsprozess entstanden ist, müssen

**Schema zur Illustration der durch den Wechsel der Milchprämolaren und ihren Ersatz eintretenden Veränderungen am Ober- und Unterkiefer des Rindes**



**Textfig. 22**

- A. Zustand vor dem Zahnwechsel. Die Verhältnisse im Milchgebiss. Milchprämolaren noch nicht gewechselt.
- B. Zustand nach dem Zahnwechsel. Die Verhältnisse im Dauergebiss. Milchprämolaren ersetzt durch Dauerprämolaren.

Die durch den Zahnwechsel zahlenmäßig in der Ausbildung von «Zahnspitzen» («Querkämmen») und «Gebisskerben» («Quertälern») beeinflusste Gebissregion ist samt den in ihr auftretenden Zahnanlagen durch kräftige Linien zum Zwecke der Vergleichsmöglichkeit in beiden Fällen abgegrenzt.

<sup>1</sup> Die von JOEST (1915) in bezug auf den Pferdebackenzahn getane Äusserung über Abnützung des Zahnes und kompensatorischem Ausgleich des damit verbundenen Materialverschleisses können wir in ihrer Richtigkeit am Mahlzahn unserer Wiederkäuer bestätigen. Sie lautet in ihrer Abänderung für diesen: Es ist von höchstem Interesse festzustellen, wie die Natur den Nachteil einer starken Abnutzung der Distalenden der Wiederkäuerbackenzähne, den sie bei der Schaffung idealer Mahlflächen für die Rohfaserverkleinerung mit in den Kauf nehmen muss, durch eine Reihe von besonderen, den schmelzhöckerigen Zähnen fast vollständig fehlenden Eigenschaften (echtes Längenwachstum und die kompensatorischen Vorgänge) in vollkommener Weise auszugleichen gewusst hat. «Wir haben hier ein System von ineinander greifenden Anpassungsvorgängen, wie es idealer kaum gedacht werden kann.»

Der Nachteil der durch die Mahltätigkeit bedingten dauernden Abnutzung der Distalenden ist durch ein System kompensatorischer Vorgänge (echtes Längenwachstum, Knochenbildung am Boden der Alveole, senile Hyperplasie des Wurzelzementes, Atrophie der Alveolarfortsätze) in einer Art ausgeglichen, die mit JOEST, sagt BECKERT (1933), wohl als vollkommen bezeichnet werden können.

Wir beobachteten bezüglich des progressiven und regressiven Veränderungsprozesses am Backenzahn des Rindes das nämliche, was JOEST (1915) für den molaren Pferdebackenzahn festgestellt hat. «Der durch Abnützung bedingte Längenverlust der Backenzähne wird eine geraume Zeit (beim Pferd etwa bis zum 7. resp. 8. Lebensjahr) im wesentlichen durch die Bildung und das Längenwachstum der Wurzeln ausgeglichen.»

Unsere regressive Periode würde mit dem IV. Stadium der von JOEST (1915) gegebenen Darstellung am molaren Backenzahn beim Pferd zusammenfallen: «Dieses Stadium umfasst die Zeit, während welcher der Zahn sich durch fortschreitende Abnützung seines distalen Endes verkürzt, während sowohl die fertig ausgebildeten Wurzeln als auch der Zahnhals und der Zahnkörper einen weiteren Ausbau erfahren. Ein weiteres Längenwachstum des gesamten Zahnes ist nicht mehr möglich, er muss sich verkürzen.» ... «Der ... Ausbau des Zahnes ist in der Hauptsache ein innerer.»

Auch in der Innenstruktur des Zahnes machen sich, wie neuerdings BRODERSEN (1931) am Rinder- und menschlichen Schneidezahn nachgewiesen hat, Alterserscheinungen geltend, wobei es sich um Veränderungen in der Schichtung des Zahnbeines und im Verhalten der Dentinlamellen der Oberfläche des Zahnkörpers gegenüber handelt.

wir den sog. Zahnhöckern am Mahlzahn des Rindes eine etwas andere Bewertung zuteil werden lassen, als sie aus der Anwendung der allbekannten, von COPE im Jahre 1884 auf paläontologischer Basis aufgebauten und das phylogenetische Moment ins Auge fassenden Trituberkulartheorie resultiert.

Wir müssen uns bei dieser Bewertung immer bewusst sein, dass die Grosszahl des sog. Höcker am Mahlzahn des Rindes ursprünglich nichts anderes als prominente Stellen von Umschlagsfalten an Zahnbechern sind, die sowohl an der bukkalen wie an der lingualen Wand jedes einzelnen Bechers auftreten, und dass deren Anzahl durch die Zahl der intradentär miteinander verschmelzenden Einzelkelche bestimmt wird. Diese prominenten Stellen der Umschlagsfalten nehmen, sei es am morphologisch noch nicht veränderten Zahn, sei es am durch den Gebrauch des Gebisses bereits von seinem ursprünglichen Habitus abgezogenen Hartgebilde, innerhalb einer und derselben Zahnanlage untereinander eine vollständig gleichgeschaltete Stellung ein, und zwar an den Zähnen des Ober- und Unterkiefers. Die Natur der Höcker wird im Abschleifungsprozess abgeändert, in welchem die betreffenden, durch Schmelzfaltenwulst ausgezeichneten Stellen in Flächen (halbmondförmige, von Dentin zum grössten Teil angefüllte, mit Schmelzrändern umspannte Bezirke; Selenodontie der Zähne [vide das einfache vorstehende Umgestaltungsschema Textfigurentaf. R]) überführt werden.<sup>1</sup> Es hiesse natürlich das Kind mit dem Bade ausschütten, wollte man gegen den Wert der grossen Zweckmässigkeit der genannten, später von OSBORN, SCOTT, SCHLOSSER u. a. weiter ausgebauten Theorie anstürmen, und es wäre unseres Erachtens zu unvorsichtig, auf Grund eines einzelnen Falles die Theorie deswegen ablehnen zu wollen, weil sie sich mit Differenzierungen befasst, die unter Umständen mit dem Begriff und der Bildung eines Höckers im eigentlichen Sinn unvereinbar sein können, da die Voraussetzungen, die mit der Vorstellung über die Entstehung und das Wesen eines eigentlichen Höckers verknüpft sind, fehlen. Immerhin zwingen uns die Ergebnisse unserer Untersuchung zur Auffassung, dass man die der Höckertheorie zugrunde liegenden vergleichenden Prinzipien am komplex gebauten Mahlzahn des Rindes nicht in Anwendung bringen kann.<sup>2</sup> Wollte man bei einfachen, wirklich mit Höcker versehenen Zähnen die Höcker in einen Vergleich mit denen am komplexen Molar- (bzw. Prämolarmolar-)Zahn auftretenden Höcker ziehen, dann müsste man wenigstens aus genetischen Gründen die am proximalsten gelegenen Partien der Kundengruben, d. h. die durch die Einstülpungen in die Tiefe verlagerte Spitze des Kegelzahnes dem Höcker eines solchen gleich-

<sup>1</sup> Um fälschlichen Auffassungen vorzubeugen, möchten wir bemerken, dass mit unserem Schema der Umbildung des einfachen Schmelzbechersaumes in die komplizierte Mahlfächenstruktur noch keineswegs die Stellungnahme zur Frage fixiert sei, ob die Kegelform als primitivere Ausbildungsform gegenüber der «trikodonten Zahnform» zu gelten habe, wiewohl entwicklungsgeschichtlich gerade die kegelförmige Ausbildung des Zahnkeimes in unseren Untersuchungen bei der Verfolgung der einzelnen Etappen der Zahngenese als die primäre Erscheinung sich zeigt. Nach v. BRUNN (1887), ROESE (1894) und WOERDEMAN (1921) wird die Zahnform im übrigen durch das Schmelzorgan bestimmt, dem, wie gesagt, nicht nur nutritive Fähigkeiten, sondern auch mechanische Bedeutung beigemessen werden müssen.

<sup>2</sup> Um in drastischer Weise die aus der Entwicklungsgeschichte klar und einfach übersehbare Baustruktur im Gewande der die Genese nicht oder nicht im Zusammenhang berücksichtigenden Betrachtung erscheinen zu lassen, lassen wir eine auf die Ober- und Unterkiefermolaren bezug nehmende, der Trituberkulartheorie Rechnung tragende Beschreibung folgen (WEISS, 1911):

«Die **Oberkiefermolaren** des Rindes haben die Form einer vierseitigen Säule. Die bukkale Fläche der Molaren zeigt drei hohe Längsfalten, die orale Eckfalte, der Parastyl, die Mittelfalte, den Mesostyl, und die aborale Eckfalte, den Metastyl. Die orale, aborale und linguale Fläche der maxillaren Molaren ist glatt. Die Kaufläche zeigt zwei Marken (Kunden). Die orale Marke wird begrenzt von den Halbmonden Para- und Protoconus und die aborale von den Halbmonden Meta- und Hypoconus. Die maxillaren Prämolaren erscheinen als halbe Molaren. Der aborale Teil ist fast vollkommen verkümmert. Der Paraconus ist mit dem Metaconus verschmolzen. Von dem Metaconus ist nur noch die aborale Eckfalte, der Metastyl, übrig geblieben.

Die **Prämolaren** des Oberkiefers haben die Gestalt einer 4seitigen Säule und nehmen oral an Grösse ab. An der bukkalen Fläche befindet sich ausser der aboralen Eckfalte der Parastyl. Die oralen, aboralen und lingualen Flächen sind wie an den Molaren glatt. Die Kaufläche zeigt nur die vom Protoconus und dem Verschmelzungsprodukt von Para- und Metaconus umsäumte orale Marke.

setzen, was natürlich praktisch nicht angeht. Diese Überlegungen zeigen nur, welch grosse Vorsicht am Platze ist, Schlüsse aus dem Verhalten von am Rande oder auf der Kaufläche von Zähnen in Erscheinung tretenden Vorsprüngen (Höckern) im Hinblick auf die Zahndifferenzierung oder gar auf die Festlegung verwandtschaftlicher Relationen zu ziehen.<sup>1</sup> Diese Vorsicht ist, wie uns scheint, um so eher am Platze, als auch während des Abnützungsprozesses am Zahn neue Höcker auf der Kaufläche in Erscheinung treten können, deren substantielle Unterlage zwar in den betreffenden Fällen meistens schon vorhanden ist, deren Manifestwerden aber ganz vom Grade der Abnutzung abhängt. (Anschliff der «Basalsäulchen»<sup>2</sup> im Anfang der Reibung nicht vorhanden, später in Erscheinung tretend).<sup>3</sup>

ROESE's gestellte Frage (1894), ob ein mehrspitziger Zahn («Zahnform, deren Krone aus mehreren Kegelspitzen oder Höckern besteht») aus einem einspitzigen Zahne entstanden oder aber durch Verwachsung aus mehreren einspitzigen Zähnen geworden sei, muss für das Rind fürs erste dahin beantwortet werden, dass die Zahnpapille, die den mehrspitzigen Zahn bildet, mit einer Reihe von Potenzen ausgerüstet ist, die im Sinne der Differenzierung ihn umzugestalten vermag, dass aber daneben auch innerhalb der Zahnanlagen selber, an deren Differenzierungsanteilen sich Verwachsungen vollziehen, ohne dass bei diesen Verwachsungen mehrere einspitzige kegelförmige selbständige Zähne zu einer spätern Einheit sich vereinigen.

Im Streit der Meinungen, ob die komplizierte Zahnform des Molars letzten Endes einem einfachen, kegelförmigen Typus gleichzustellen sei

Die **Unterkieferbackzähne** des Rindes zeigen ähnliche Formverhältnisse wie die des Oberkiefers. Die Höcker Protoconid, Paraconid, Hypo- und Metaconid haben sich zu lingual offenen, niedrigen Halbmonden umgeformt. Das Paraconid und Metaconid bilden die (Lingual-) Innenwand und schliessen durch die Verbindung mit dem Doppelbogen: Protoconid und Hypoconid, die Quertäler zu Kunden ab. Eine tiefe Längsfurche befindet sich an der Krone der Molaren sowohl an der bukkalen Fläche zwischen Protoconid und Hypoconid als mittlere Bukkalbucht, sowie an der lingualen Fläche zwischen Paraconid und Metaconid als mittlere Lingualbucht. In der mittleren Bukkalbucht liegt regelmässig, jedoch in veränderlicher Grösse, ein Basalsäulchen, das Mesostylid.

M<sub>3</sub> besitzt ausserdem noch einen grossen, aboralen Lingualpfeiler, das Metastylid, das als Schmelzhalbinsel durch einen engen Isthmus mit dem Metaconid verbunden ist.

Die **Prämolaren** des Unterkiefers sind oft noch mehr verkümmert als die des Oberkiefers. Die Quertäler sind dann nicht zu Kunden abgeschlossen. In der Regel ist aber bei P<sub>3</sub> und P<sub>2</sub> eine der beiden Kunden geschlossen, und zwar die orale. Der aborale Teil der Prämolaren scheint der Verkümmerng früher zu verfallen als der orale. P<sub>1</sub> ist der kleinste Backzahn. Er ist fast kegelförmig und zeigt nur noch Spuren eines aboralen Quertales. Die Molaren sowie P<sub>3</sub> und P<sub>2</sub> des Unterkiefers sind beim Rinde zweiwurzellig. P<sub>1</sub> ist zuweilen zwei-, zuweilen einwurzelig.»

Bei Schaf und Ziege gilt bezüglich der Form der Ober- und Unterkieferbackzähne in der Hauptsache alles, was für das Rind gesagt wurde.

<sup>1</sup> Wenn wir bei WEISS (1911) lesen, dass an den Wiederkäuferbackzähnen die pyramidenförmigen Höcker der bunodonten Schweinemolaren abgeflacht und zu Halbmonden sich umgebildet haben (man bezeichnet daher die Backenzahntypen der Wiederkäufer bekanntlich als selenodont), so dürfte auf Grund unserer entwicklungsgeschichtlichen Ergebnisse dieser Vorgang sich doch nicht so einfach abgespielt haben, liegen doch bei den einzelnen Zahntypen im Gebiss des Rindes Vorgänge im Papillarkörper des Zahnkeimes vor, die auf einer inneren Umgestaltung der Grundanlage beruhen und nicht nur auf einer äussern, mechanischen Beeinflussung der Baustruktur des Zahnes.

<sup>2</sup> Die «Basalsäulchen» gehören zu jenen Einrichtungen, von denen GEBHARDT (1900) in seiner Arbeit «Über den funktionellen Bau einiger Zähne» sagt: «Zu speziellen Zwecken sind zum Schutze des Zahns selbst sowie der benachbarten Weichteile in vielen Fällen besondere Einrichtungen getroffen (die eigentliche Befestigung an der Alveole, Schmelz- und Zementschutzhüllen, spiralförmige Drehung der Zähne und besonders hochgradige Elastizität).»

<sup>3</sup> Auf alle Fälle kann nicht genug der Satz von ROESE und BARTELS (1896) beherzigt werden:

pg. 74: «Auf keinem Gebiete der vergl. Anatomie ist die Gefahr, Analogien mit Homologien zu verwechseln, grösser als auf dem Gebiete der reinen Zahnforschung». Und schon 20 Jahre früher schreibt KOWALEVSKY (1876):

«Wir haben kein Recht, schon stark differenzierte Zähne einer Linie als Vergleichsmaterial für eine andere zu benutzen, weil alle Ähnlichkeiten, die wir dabei zufällig finden können, meistens keine Homologien, sondern bloss Analogien sind, die uns verwirren können. Eine derartige Vergleichung der Zähne ist oft ein äusserst trügerisches Hilfsmittel, weil ja fast sämtliche Ungulaten auf eine sehr ähnliche Nahrung angewiesen sind; und da die Form des Zahnes unzweifelhaft an die Art der Ernährung sich anpasst, so können wir oft viele gemeinsame Merkmale im Zahnbau selbst solcher Gruppen finden, welche gar nicht direkt miteinander verwandt sind.»

(Differenzierung), oder ob es vielmehr denkbar wäre, dass sie aus der Verschmelzung einfacher, kegelförmiger Zähne genetisch zustande gekommen wäre, welche Meinungen SCHWALBE schon 1894 in seinem glänzenden Referat über die Theorien der Dentitionen klargelegt hat, haben wir, ohne selber den Wunsch zu haben, eine grundsätzliche Stellung zu beziehen, als Ergebnis der Untersuchungen vorzubringen, dass beim Rind die Einwertigkeit der Prämolaren- und Molarenzähne ohne alle Zweifel sicher steht, und dass als leitendes Prinzip in der Genese bei jedem einzelnen Zahn eine Differenzierung in Form einer Komplikation im Bau der Grundpapille durch einen Sprossungsprozess und nachträglichen Verschmelzungsprozess anzuerkennen ist.<sup>1</sup>

Unser Befund beim Rind, dass sämtlichen Zahnanlagen einfache, unaufgeteilte Papillen zugrunde liegen, steht im vollen Einklang zu demjenigen HOFFMANN'S (1894) beim Schaf, von welchem er sagt, dass er den Gegenbeweis der Richtigkeit der Kongreszenztheorie bildet und der die Feststellung enthält, dass sich bei den Wiederkäuern in allen Fällen stets nur eine einzige, zunächst vollkommen einfache Papille in die betreffende Epithelscheide einstülpt, welche erst im Laufe der weiteren Entwicklung die komplizierte Form annimmt.

Die Annahme HOFFMANN'S, es sei für die Formentwicklung der Molaren (event. Prämolaren) lediglich ein sekundäres Auswachsen der ursprünglich einfachen Papillen anzunehmen, welche nach SCHLOSSER u. a. als die natürliche Folge der von den Kaumuskeln ausgeübten primären Wirkung zu betrachten ist, wodurch dieser Abschnitt zusammen mit den daselbst vorhandenen Zähnen eine stärkere mechanische Leistung zu vollführen in den Stand gesetzt worden ist — diese Annahme erhält durch unsere Untersuchung Wirklichkeitscharakter.

ROESE und BARTELS (1896) beschäftigen sich mit dem Verhalten der Papillen bei der Anlage und erwähnen, dass die Ansichten über die Entwicklung der Papillen auseinandergehen, indem 1892 ROESE die Ansicht vertrat, die mehrspitzigen Molaren gingen nicht aus einer einfachen, sondern aus mehreren dicht nebeneinander liegenden Papillen der Zahnleiste hervor, LECHE, HOFFMANN u. a. dagegen sich für eine monopapilläre Zahnentstehung verwendeten. ROESE und BARTELS nehmen in dieser strittigen Frage folgenden Standpunkt ein: «Wenn man vorliegende Streitfrage entscheiden will, dann ist dies nur an ganz jungen Zahnanlagen möglich, die soeben den knospenförmigen Zustand verlassen haben». Auf Grund von Untersuchungen an Bukkal-Lingualschnitten durch den Kiefer und die Zahnanlagen (als Belege werden zwei Schnitte eines 4<sup>3</sup>/<sub>4</sub> cm langen Rinderembryos wiedergegeben) kommen die Autoren zum Schluss, die Papille sei von Anfang an mehrteilig gewesen: «Derartige klare, unverfälschte Verhältnisse, wie in den soeben geschilderten, wird man freilich nur selten antreffen», fahren dann aber fort:

«Auch scheint es, dass in manchen Fällen durch entwicklungsgeschichtliche Fälschung und Abkürzung die ursprünglichen Verhältnisse derart verwischt werden, dass tatsächlich bei der ersten Anlage der Mahlzähne nur eine einzige Papille nachweisbar ist. Insbesondere scheint

<sup>1</sup> In bezug auf die Grundform des Zahnes ist noch zu sagen, dass GIEBEL, OWEN, COPE und OSBORN sowie SCHLOSSER u. a. von der Annahme ausgehen, der heutige Mahlzahn sei aus einem einzigen kegelförmigen Reptilienzahn durch allmähliche Umwandlung desselben entstanden. Demgegenüber nimmt bekanntlich ROESE (1892) an, dass die heutigen Molaren und Prämolaren durch die Verschmelzung mehrerer einfacher Kegelzähne zustande gekommen seien und gründet diese Annahme auf den Befund der Verschmelzung nebeneinander gelagerter Papillen. Wir müssen, obwohl wir uns auch im Widerspruch zur Aussage TAEKERS (1892) befinden, der seine Untersuchungen seinerzeit an Schafen und Rindern durchgeführt hat, aber behauptet, die heutigen selenodonten Wiederkäuer wiesen in ihrer Zahnentwicklung ein bunodontes Initialstadium auf, hervorheben, dass umfassende entwicklungsgeschichtliche Studien über die Zahnentwicklung beim Rind an den Anfang der Genese die kegelförmig-einfache Zahnpapille rücken, und dass erst sekundär der anfänglich unaufgeteilte Zahnkeim auflappt, wodurch der Begriff der Kongreszenz gleichbedeutend der Vereinigung von primär bereits miteinander (in der Grundpapille) verbundenen Teilanlagen (Sekundärpapillen, Zahnkomponenten) ist. Wenn wir den Ausdruck «Höcker» gebrauchen, so knüpfen wir an diese Bezeichnung nicht den Begriff ontogenetisch getrennter Kegelzähnen, wie es ROESE (1892) getan hat.

dies bei den hinteren Mahlzähnen der Fall zu sein, welche sich bereits unterhalb einer Knochenkapsel entwickeln.» Pg. 68 sagen die Autoren:

«Die erste Anlage der Säugetiermolaren entsteht also in der Weise, dass mehrere benachbarte Papillen nach Art der placoiden Zahnanlagen, aber von der Zahnleiste umwachsen werden».

ROESE und BARTEL'S Beobachtungen an ihren Serienschnitten entsprachen zweifellos tatsächlichen Verhältnissen. Was sie aber an ihren Bukko-Lingualschnitten gesehen haben, das waren nicht die Papillen selbständiger Zahnanlagen, sondern, wie wir heute wissen, nur die beiden Becherwände einer bereits die Kundenanlage zeigenden Zahnbecheranlage. Das inkomplette Untersuchungsmaterial und die einseitig gewählte Schnittrichtung führte zu Trugschlüssen. Hätten in den einzelnen Fällen noch frühere Stadien der Entwicklung vorgelegen und hätte das Schicksal der Anlagen auch stufenweise an noch ältern embryonalen Stadien nachgeprüft werden können, dann hätte den Autoren die Feststellung nicht verschlossen bleiben können, dass die Anfangsstadien sämtlicher Zähne **einpapillig** sind und dass, je nachdem ein Zahntyp vorliegt, die Einzelpapille erhalten bleibt, oder dann in den Mehrpapillenzustand übergeht. Die papilläre Sprossung des Zahnkörpers an den Molar- und gewissen Prämolaren — unter den letzteren sind es die den Molaren zunächst gelegenen — ist beim Rind vermutlich eine Erscheinung sekundärer, abgeleiteter Art, eine Anpassung, die den Bedürfnissen für die Schaffung einer möglichst grossen und wirksamen Mahlfäche entspricht, ein Vorgang, der aber jedenfalls schon uralt in seiner Entwicklung ist.<sup>1</sup> Das Auftreten von selbständigen Hartkernen in jeder Papille steht dieser Annahme günstig gegenüber.

Im Hinblick auf die Pathologie kann die beim Rind nachgewiesene Sprossung leicht im Falle von Irregularitäten in der Verschmelzung der verkalkenden Papille zu Zahnmissbildungen führen, wie KITT (1892) schon vermutet hat, ohne natürlich von der tatsächlichen Sprossung Kenntnis zu haben:

«Bei den Tieren, welche schmelzfaltige Zähne besitzen, kann das Vorhandensein anormaler **multipler Kundenbildung** darauf hinweisen, dass die Trennung eines Schmelzkeimes in mehrere, d. h. zu viel Sprossen erfolgte.<sup>2</sup> Die Spaltung des Dentinbeins wäre hier das Sekundäre und die plicidete Form erscheint als Missbildung oder in besonderen Fällen entweder als Anlauf zur Spezialisierung des Zahns (Anticipation) oder als Atavismus.»

In diesem Zusammenhang dürfte auch ein Befund von KITT (1892) interessieren, nach welchem die beiden Ersatzprämolaren Pr. 4 (nach unserer Bezeichnung) an Ober- und Unterkiefer so gestaltet waren, als ob es sich um wirkliche Molaren gehandelt hätte (zwei Halbmonde, Vor- und Nachjoch, d. h. oraler und aboraler Querkamm).

<sup>1</sup> Der Zweck der papillären Aufspaltung der Stammpapille des Zahnkeimes beruht vielleicht aber nicht nur in der Schaffung einer möglichst ausgiebigen Mahlfäche. Auch mechanische Momente können dabei eine Rolle spielen. Ähnliche Erwägungen könnten beim Rind in bezug auf die Mahlfäche Berechtigung haben, wie sie von GEBHARDT (1900) in bezug auf den Flusspferd- und Elefantenzahn gemacht worden sind: «Beim Flusspferd- und Elefantenzahn ist der beschriebene histologische Bau ein vorzügliches Mittel zur Verteilung lokaler Insulte auf grössere Massengebiete mit entsprechender Abschwächung und zur Erzielung hochgradiger Elastizität.»

<sup>2</sup> Es erscheint uns nicht ausgeschlossen zu sein, dass gewisse Fälle von «Doppelzahnbildungen» bei der entwicklungsgeschichtlichen Erscheinung der Aufspaltung des Papillarkörpers im Zusammenhange stehen, oder in Zusammenhang zu bringen sind: GURLT (1856) beschreibt einen derartigen Fall beim Pferd, wo allerdings die sekundäre Papillenaufteilung am Zahnkeim noch nicht nachgewiesen ist, aber vermutlich auch, wenn schon, vielleicht im Vergleich zu den Verhältnissen beim Rind, in modifizierteren Formen vorkommt. Pag. 356: «In den meisten bis jetzt (mir) bekannten Fällen von abnormer Zahnbildung wurde immer nur ein Zahnkeim in der Balgeschwulst gefunden. Dass aber auch zwei in einem solchen Balge enthalten sein können, zeigt der abgebildete Doppelzahn (Doppelzahn an einer Basalgenschwulst vom Pferde).»



Linker Ober- und Unterkiefer eines 8jährigen Kindes

(Rind Nr. 503, ♀)

(Reproduktion in nat. Grösse)

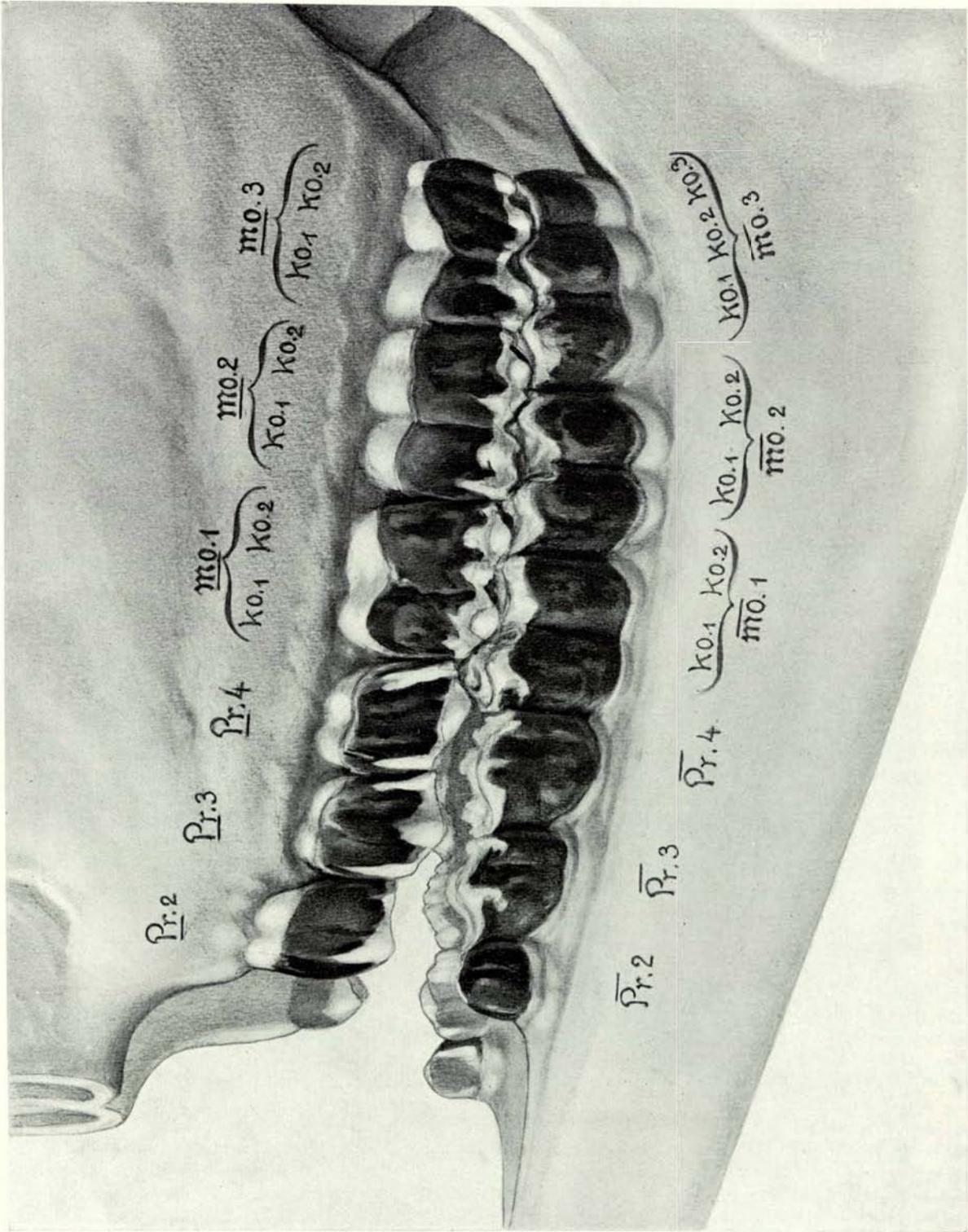


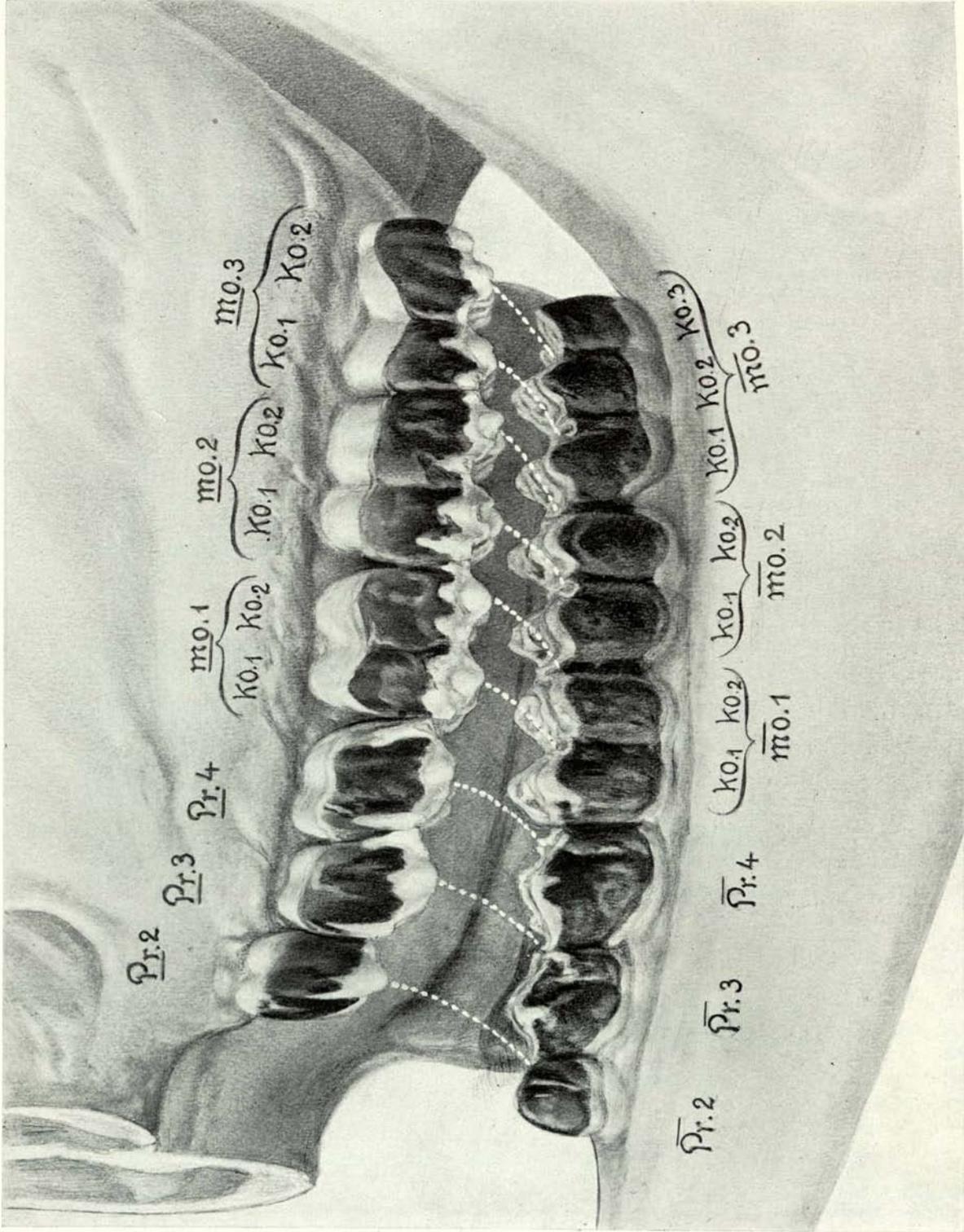
Fig. 2

B. Kieferhälften von der Seite gesehen. Unterkiefer in der Phase des maximalen, linksseitigen Ausschlages. Darstellung der topographischen Beziehungen der einzelnen Zähne und Zahnkomponenten von Ober- und Unterkiefer inter se.

Linker Ober- und Unterkiefer eines 8jährigen Rindes

(Rind Nr. 503, ♀)

(Reproduktion in nat. Grösse)



**Fig. 3**  
 C. Kiefer etwas von unten und von der Seite gesehen. Unterkiefer in der Phase des maximalen, rechtsseitigen Mahlausschlages. Querkämme («Spitzen») der Zähne und Zahnkomponenten des Oberkiefers mit den sie umfassenden Quertälern («Einschnitten») in den Zahnreihen des Unterkiefers durch punktierte Linien miteinander verbunden.

Rechter Ober- und Unterkiefer eines 8jährigen Rindes

(Rind Nr. 503, ♀)

(Reproduktion in nat. Grösse)

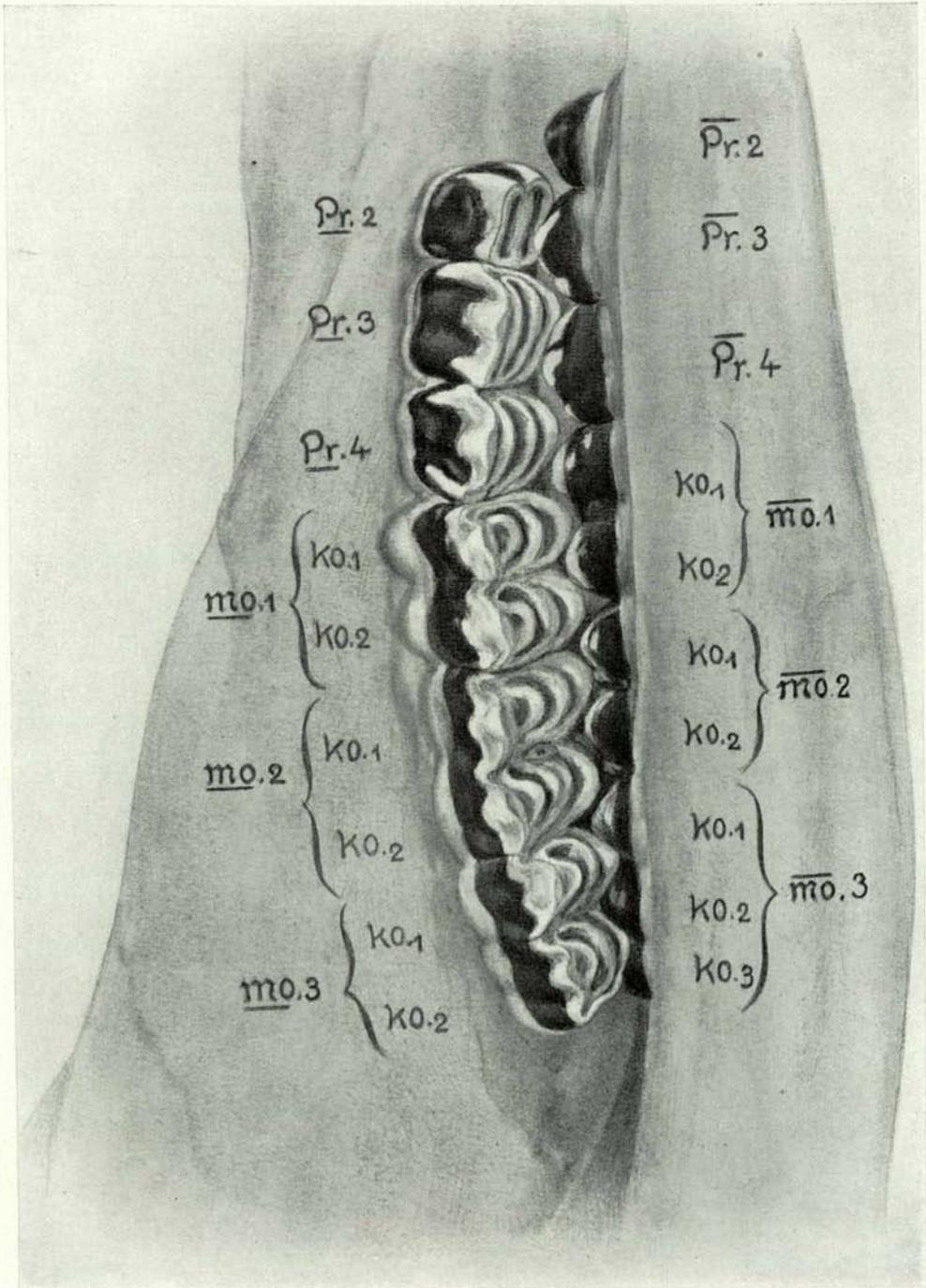
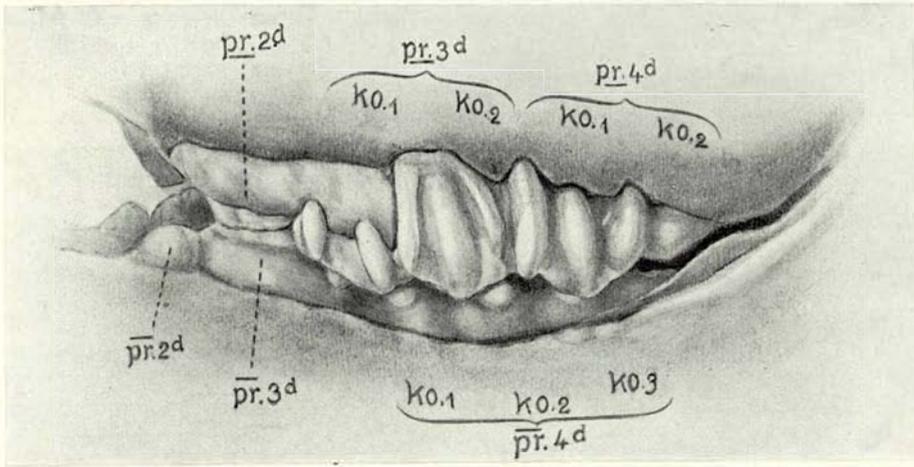


Fig. 4

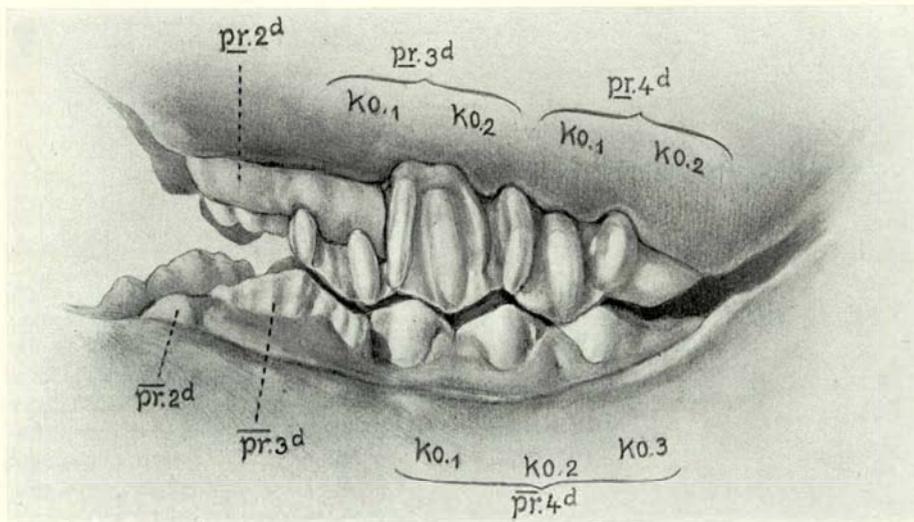
Normalstellung. Zahnreihen der rechten Schädelhälfte von der rechten Seite her bei senkrechter Aufstellung aufgenommen. Demonstration der «Querwälle» und «Quertäler» innerhalb der Zahnreihen an den einzelnen Zähnen und Zahnkomponenten.

**Kalb Nr. 510, ♀,  
3 Wochen alt**

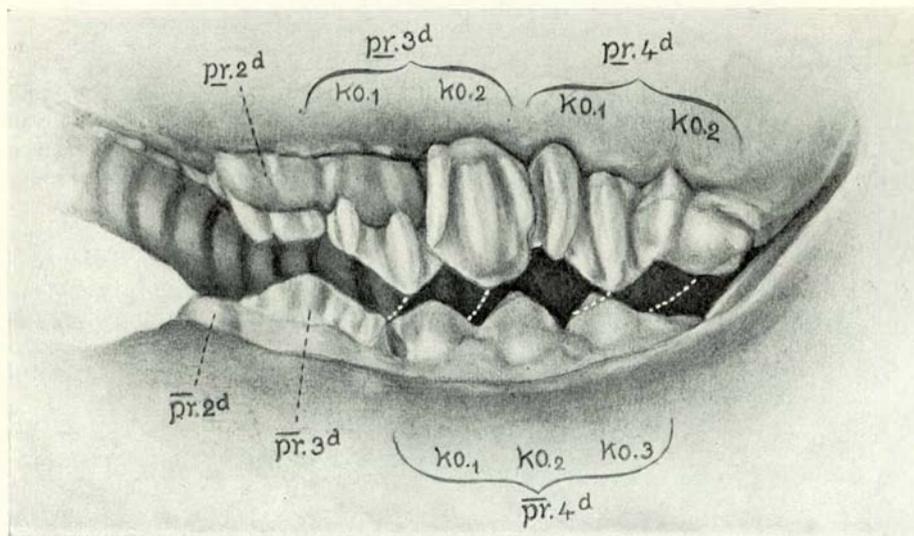
(Reproduktionen  
grösser als nat. Grösse;  
Vergr. 10:12)



A. Linker Ober- und Unter-  
kiefer, von der Seite  
gesehen. Gebiss in der  
Ruhelage.



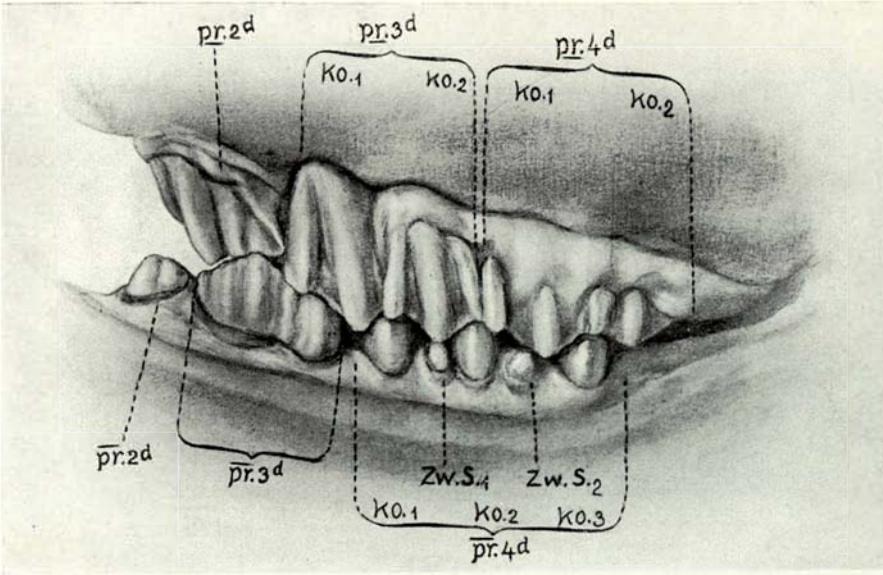
B. Linker Ober- und Unter-  
kiefer, von der Seite  
gesehen. Unterkiefer in  
der Phase des maximalen,  
linksseitigen Ausschla-  
ges. Darstellung der  
topographischen  
Beziehungen der ein-  
zelnen Zähne und Zahn-  
komponenten von Ober-  
und Unterkiefer unter-  
einander.



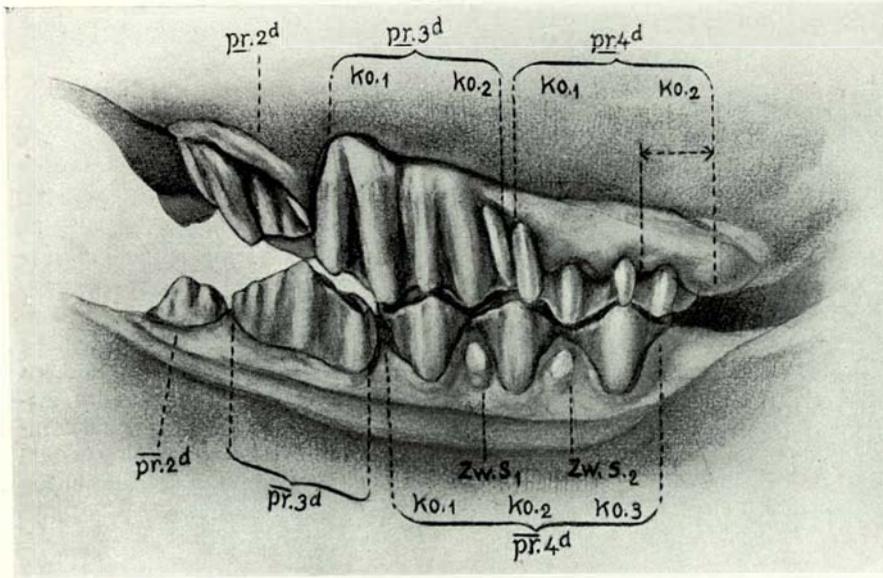
C. Linker Ober- und Unter-  
kiefer, von der Seite  
gesehen. Unterkiefer in  
der Phase des maximalen  
rechtsseitigen Mahl-  
ausschlages. «Spitzen»  
(«Querkämme») der  
Zähne und Zahnkom-  
ponenten des Oberkie-  
fers mit den sie um-  
fassenden Einschnitten  
(«Quertälern») des Un-  
terkiefers durch punk-  
tierte Linien verbun-  
den.

**Kalb Nr. 511, ♀,  
3 Monate alt**

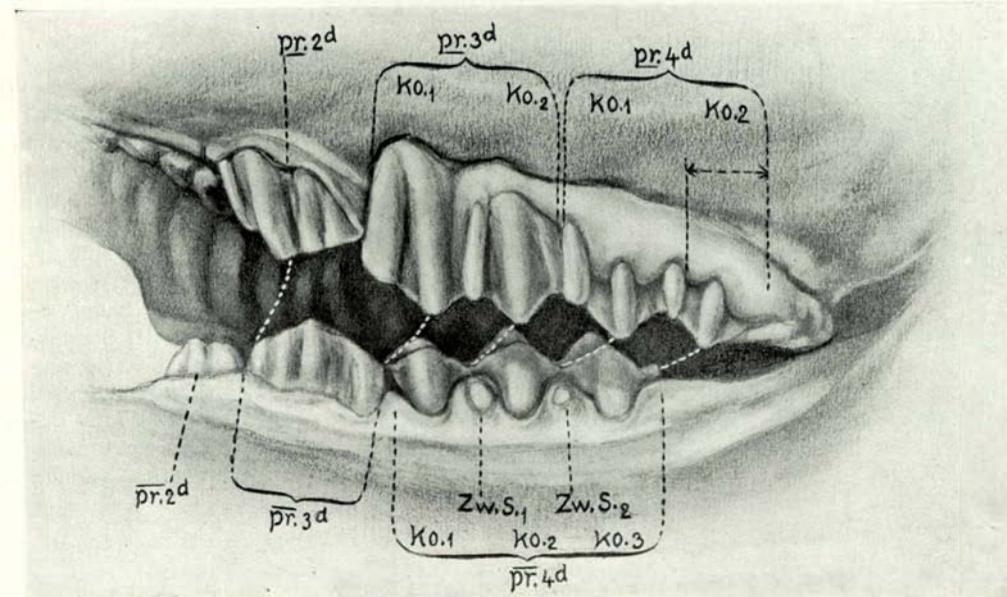
(Reproduktionen grösser als  
nat. Grösse; Vergr. 10 : 12)



A. Linker Ober- und Unter-  
kiefer, von der Seite ge-  
sehen. Gebiss in der Ruhe-  
lage.



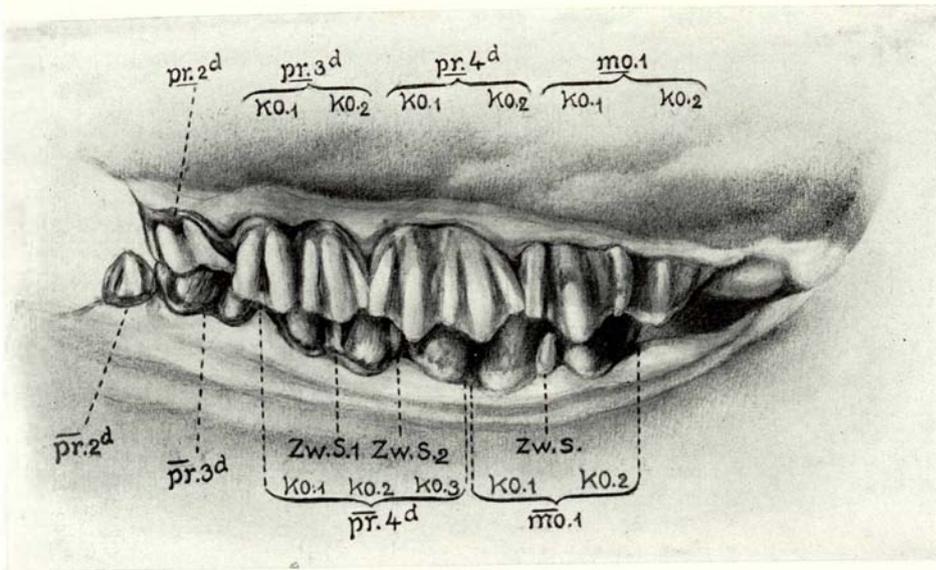
B. Linker Ober- und Unter-  
kiefer, von der Seite ge-  
sehen. Unterkiefer in der  
Phase des maximalen,  
linksseitigen Ausschla-  
ges. Darstellung der topo-  
graphischen Beziehungen der  
einzelnen Zähne und Zahn-  
komponenten von Ober-  
und Unterkiefer unterein-  
ander.



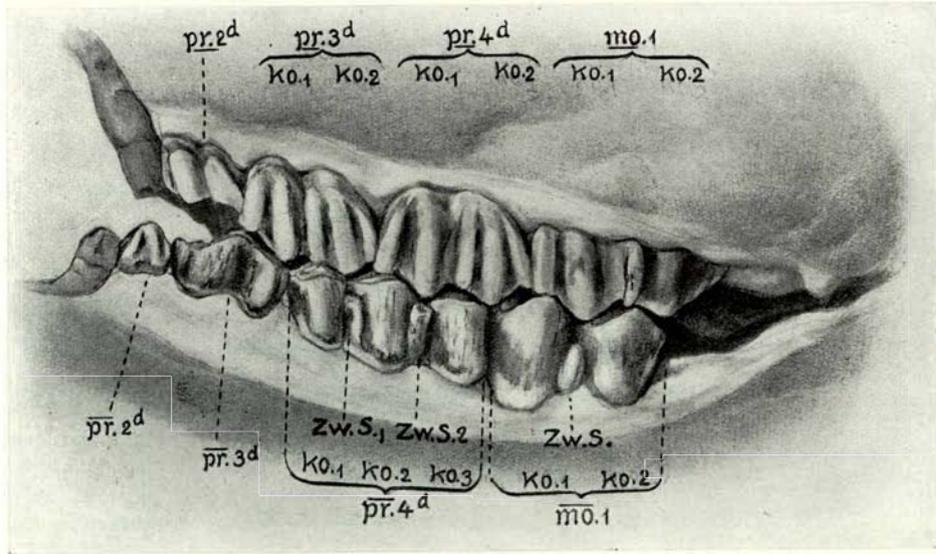
C. Linker Ober- und  
Unterkiefer, von  
der Seite gesehen.  
Unterkiefer in der  
Phase des maximalen  
rechtsseitigen Mahlaus-  
schlages.  
«Spitzen» («Quer-  
kämme») der Zäh-  
ne und Zahnkom-  
ponenten des  
Oberkiefers mit  
den sie umfassenden  
Einschnitten  
 («Quertälern») des  
Unterkiefers  
durch punktierte  
Linien verbunden.

**Rind Nr. 514, ♀,  
11 Monate alt**

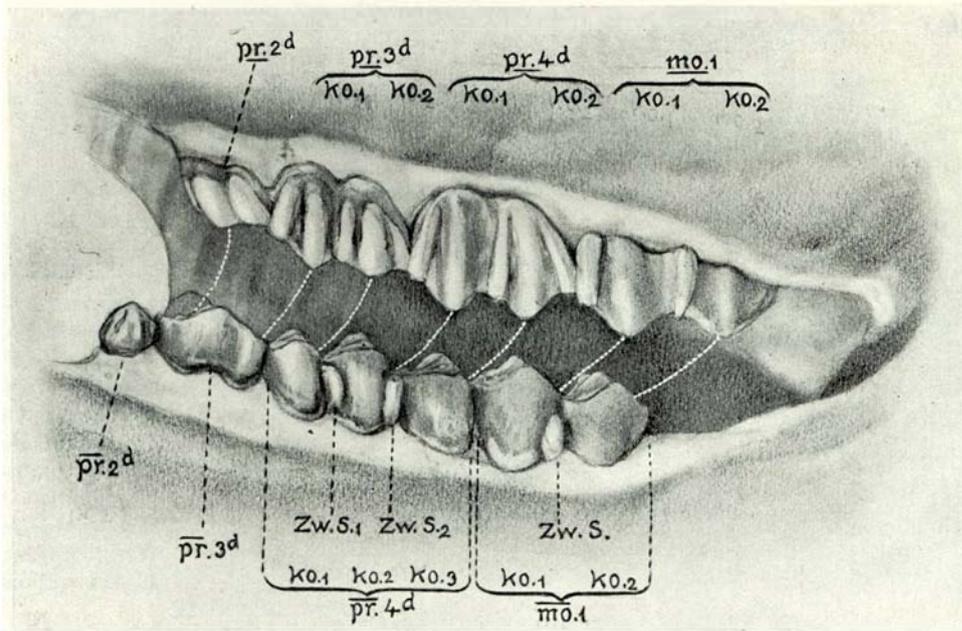
(Reproduktionen  
kleiner als nat. Grösse;  
Verkl. 10:9)



A. Linker Ober- und Unterkiefer, von der Seite gesehen. Gebiss in der Ruhelage.



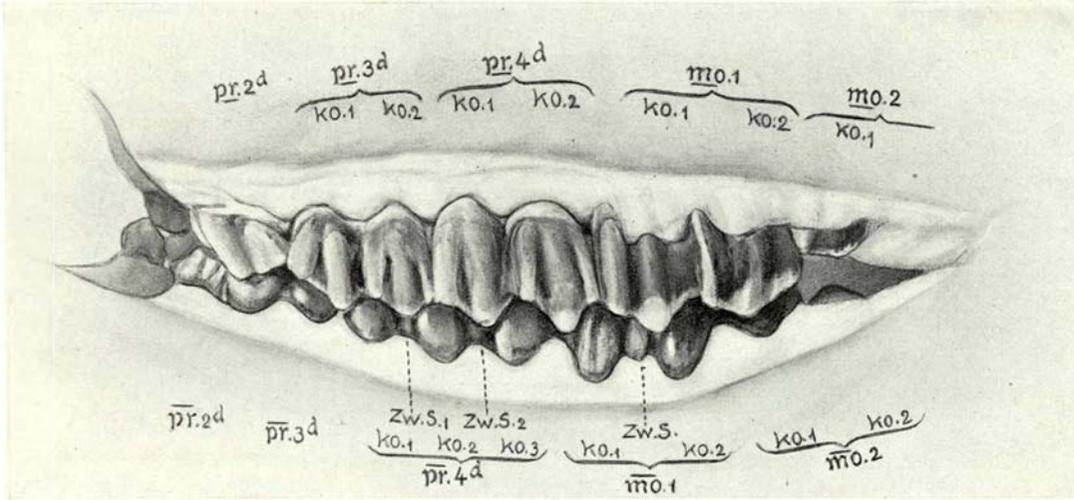
B. Linker Ober- und Unterkiefer, von der Seite gesehen. Unterkiefer in der Phase des maximalen, linksseitigen Ausschlages. Darstellung der topographischen Beziehungen der einzelnen Zähne und Zahnkomponenten von Ober- und Unterkiefer untereinander.



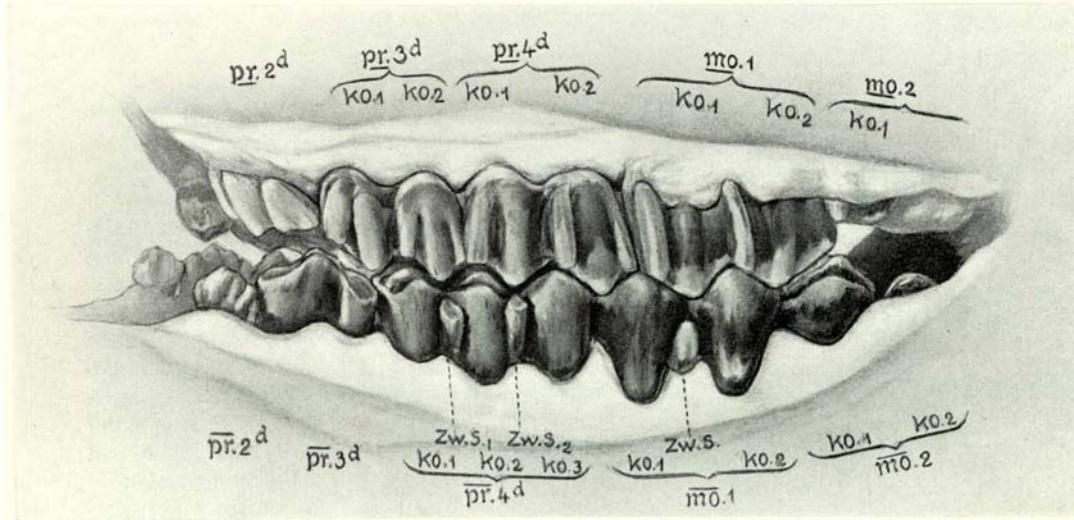
C. Linker Ober- und Unterkiefer, von der Seite gesehen. Unterkiefer in der Phase des maximalen rechtsseitigen Mahlausschlages. «Spitzen» («Querkäme») der Zähne und Zahnkomponenten des Oberkiefers mit den sie umfassenden Einschnitten («Quertälern») des Unterkiefers durch punktierte Linien verbunden.

**Rind Nr. 508 B, ♂,  
16 Monate alt**

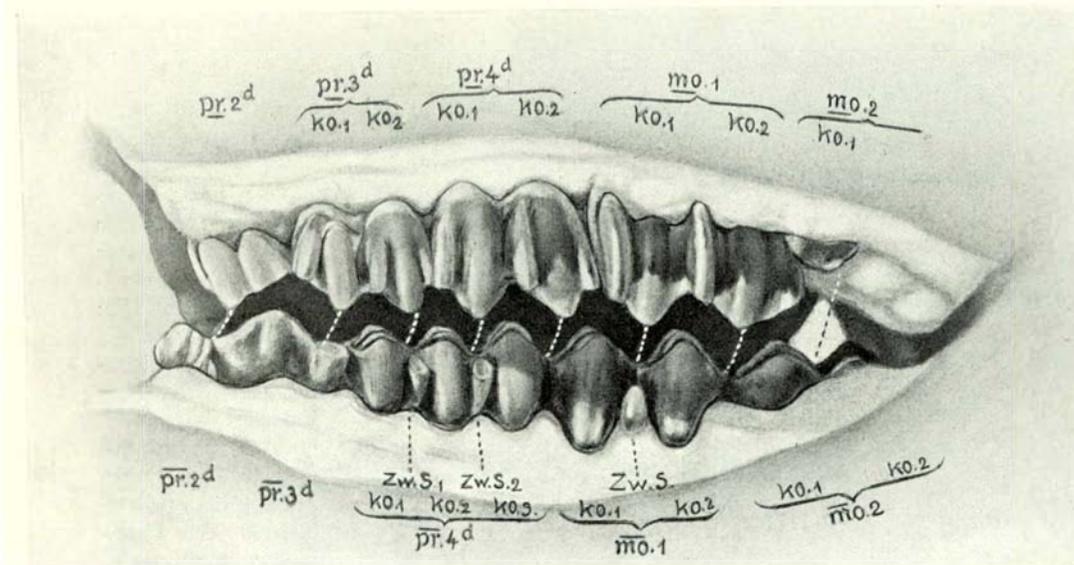
(Reproduktionen  
kleiner als nat. Grösse;  
Verkl. 10 : 8,5)



A. Linker Ober- und Unterkiefer, von der Seite gesehen. Gebiss in der Ruhelage.



B. Linker Ober- und Unterkiefer, von der Seite gesehen. Unterkiefer in der Phase des maximalen, linksseitigen Ausschlages. Darstellung der topographischen Beziehungen der einzelnen Zähne und Zahnkomponenten von Ober- und Unterkiefer untereinander.



C. Linker Ober- und Unterkiefer, von der Seite gesehen. Unterkiefer in der Phase des maximalen, rechtsseitigen Mahlausschlages. «Spitzen» («Querkämme») der Zähne und Zahnkomponenten des Oberkiefers mit den sie umfassenden Einschnitten («Querlälern») des Unterkiefers durch punktierte Linien verbunden.

## Literatur

- ACKERKNECHT, EBERH., 1913. Zur Zahnaltersbestimmung beim Pferde. — Sep.-Abdr. aus dem «Schweizer Archiv f. Tierheilkunde». H. 1 u. 2, pg. 1—22.
- 1914. Missbildung eines Schneidezahnes und andere Anomalien am Gebiss des Pferdes. — Tierärztl. Zentralblatt, herausgegeb. vom Verein d. Tierärzte in Österreich. 20. u. 21. Jahrg., pg. 5—11.
- ADLOFF, P., 1913. Zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Zahnsystems nebst Bemerkungen zur Frage der prälakteen Dentition der sog. Konkreszenztheorie und der Entwicklung des Säugetiergebisses überhaupt. — Arch. f. mikroskop. Anatomie, 82. Bd., pg. 1—37.
- 1914. Zur Entwicklungsgeschichte des Cervidengebisses, ein Beitrag zur Frage der prälakteen Dentition. — Anat. Anz. 46. Bd., Nr. 13/14, pg. 359—366.
- 1916/17. Einige Bemerkungen über das Gebiss des Ehringsdorfer Unterkiefers. — Anat. Anz. 49. Bd., pg. 51—56.
- 1916/17. Über Wurzelvariationen an menschlichen unteren Molaren. — Anat. Anz. 49. Bd., pg. 116—128.
- 1916/17. Zur Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems von *Centetes caudatus* nebst Bemerkungen zur Frage der Existenz einer präpermanenten Dentition. — Anat. Anz. 49. Bd., pg. 593—600.
- 1917. Zur Frage der Konkreszenztheorie. — Anat. Anz. 50. Bd. H. 11, pg. 286—287.
- 1917/1918. Einige Bemerkungen über das Problem der Entstehung der Zahnform. Anat. Anz. 50. Bd., pg. 348—354.
- 1919/20. Über das Problem der Entstehung der Zahnform. — Anat. Anz. 52. Bd., pg. 175—191.
- 1930/31. Der Eckzahn des Menschen und das Abstammungsproblem. — Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch., 94. Bd. pg. 94—116.
- 1934. Über die Zahnentwicklung des Pferdes. — Bemerkungen zu der gleichnamigen Arbeit von F. Moser. Gegenbaur's Morpholog. Jahrbuch. (Eine Zeitschr. f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte.) 73. Bd., H. 3, pg. 446—450.
- AICHEL, OTTO, 1917. Ist Konkreszenz als Faktor bei der phylogenetischen Umwandlung der Zahnform sichergestellt? — Anat. Anz. 50. Bd. Nr. 5, pg. 97—110.
- 1917/1918. Zur Frage der Konkreszenzhypothese. — Anat. Anz. 50. Bd., pg. 400—406.
- 1920. VI. Nicht die Nahrung beeinflusst die Zahnform, sondern die Zahnform die Wahl der Nahrung. — Anat. Anz. 52. Bd., pg. 416—439.
- AHRENS, H., 1913. Die Entwicklung der menschlichen Zähne. — Anatom. Hefte, I. Abt. 48. Bd., H. 2, pg. 169—266, Beiträge und Referate zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte.
- ANTHONY, M. R., 1928. Discussion sur l'interprétation de la Série dentaire inférieure du *Stélinius Uintahensis* Matth. Bull. du Muséum Nat. d'Histoire Naturelle.
- BAUM, HERMANN, 1920. Anatomische Betrachtungen über die Zähne der Säugetiere (mit 20 Abb.) — Anat. Anz. Ergänzungsheft zum 53. Bd., pg. 17—27. Verhandl. der Anat. Gesellschaft auf der 29. Versammlg. in Jena 1920.
- 1921. Anatomische Betrachtungen über die Zähne der Haussäugetiere. — Berl. Tierärztl. Wochenschr. XXXVII, Nr. 31, pg. 359—364 und Abbildungen.
- BAUME, R., 1882. Versuch einer Entwicklungsgeschichte des Gebisses. Odontolog. Forschungen, I. Teil. Leipzig (zit. nach JOEST, E., 1915).
- BECKERT, MARTIN, 1933. Untersuchungen am Gebiss des Rindes, unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Schmelzeinstülpungen und ihrer Zementfüllungen. — Inaug.-Diss. Leipzig.  
(Aus der chirurg. Universitäts-Tierklinik zu Leipzig unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Berge, pg. 1—68 und 1 Tafel.)
- BEYER, FRITZ, 1914. Untersuchungen über den Zahnstein beim Pferd und Hund. — Monatshefte f. prakt. Tierheilkunde. XXVI. Bd., H. 1/2, pg. 15—46.
- BEYER, JOH., 1925. Zahnwechselbeobachtungen bei den Schlesischen Rindern. — Auszug aus einer Diss.-Schrift. Phil. Fak. d. Schles. Friedr.-Wilhelms-Univ. Breslau, pg. 1—12.
- BOLK, LOUIS, 1913. Odontologische Studien I. Die Ontogenie der Primatenzähne. Versuch einer Lösung der Gebissprobleme. G. Fischer, Jena, pg. 1—122.
- 1914. Odontologische Studien II. Die Morphologie der Primatenzähne. Eine weitere Begründung und Ausarbeitung der Dimertheorie. G. Fischer, Jena, pg. 1—181.
- 1916/17. Die Beziehung zwischen Reptilien-, Beutler- und Plazentaliergebiss. — Zeitschr. f. Morphologie u. Anthropologie. XX. Bd., pg. 259—338.

- BOLK, LOUIS, 1919. Odontologische Studien III. Zur Ontogenie des Elefantengebisses. G. Fischer, Jena, pg. 1—38.  
 — †, bearb. von v. d. Broek, A. J. P., 1931. Gegenbaur's Morpholog. Jahrbuch. — Eine Zeitschr. f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte. (Jahrb. f. Morphologie u. Mikroskop. Anatomie, 1. Abt.). H. 4, pg. 497—516.
- BRODERSEN, MAX., 1931. Altersveränderungen am Zahnbein. I. Umschichtung der Zahnbeinlamellen und Umbauten am Tuberculum dentale. — Gegenbaur's Morpholog. Jahrbuch. (Eine Zeitschr. f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte.) 65. Bd., pg. 465—480.
- BRUCKMÜLLER, A., 1869. Lehrbuch der pathologischen Zootomie der Haustiere. — Wilh. Braumüller, Wien, pg. 1—900. Zähne pg. 334—346.
- BRUHNS, KARL, 1931. Untersuchungen über die Ätiologie von Erkrankungen der maxillaren Backzähne des Pferdes. — Inaug.-Diss. Veterin.-Mediz.-Fak., Univ. Leipzig. pg. 1—66.
- BRUNN, A. v., 1891. Beiträge zur Kenntnis der Zahnentwicklung. — Arch. f. mikroskop. Anat. 38. Bd., pg. 142—156.
- CHRISTIAN, EMIL, 1926. Das Gebiss des Dromedars (*Camelus dromedarius*). — Inaug.-Diss. Tierärztl. Hochschule, Berlin, pg. 1—28.
- CORSE, JOHN, 1799. Observations on the different species of Asiatic Elephants and their mode of dentition. — Philosophical Transact. of the Royal Soc. of London, for the year MDCCXCIX, pg. 205—236. Plates V—XII.
- COPE, E. D., 1884. On the homologies and origin of the types of molar teeth of Mammalia educabilia. — Journ. Acad. Nat. Sc. Philadelphia.
- DRIAK, FRITZ, 1933. Beitrag zur Kenntnis des Elefantenmolaren. — Gegenbaur's Morpholog. Jahrbuch, 73. Bd., H. 1, pg. 257—287.
- DUBREUIL-CHAMBARDEL et HERPIN, A., 1910. Gémination dentaire. — Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux. 46<sup>me</sup> année.
- EBNER, V. v., 1906. Über die histologischen Veränderungen des Zahnschmelzes während der Erhärtung, insbesondere beim Menschen. — Arch. f. mikroskop. Anat. und Entwicklungsgesch. 67. Bd., pg. 48—81, mit 4 Tafeln.
- EHLERS, KARL, 1908. Die Hypoplasie der Schmelzeinstülpungen am ersten Molaren im Oberkiefer des Pferdes, ihre Ursachen und Folgen. — Inaug.-Diss. Veterin.-Mediz.-Fak. Universität Bern, pg. 1—28.
- EICHBAUM, 1884. Ein Fall von abnormer Zahnbildung beim Rinde. — Arch. f. wiss. u. prakt. Tierheilk. 10. Bd. pg. 156—158, mit 1 Abb. Herausgeg. von Roloff, Berlin.
- ELLENBERGER, W., 1911. Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere. Paul Parey, Berlin, pg. 1—556. Zähne pg. 90—113, bearbeitet von Illing, G.
- ELLENBERGER u. BAUM, 1892. Ein Beitrag zu dem Kapitel «Zahnretentionen und Zahnrudimente». — Hierzu 1 Tafel (Taf. III). — Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt.: Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. (Forts. d. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch.)  
 — 1926. Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. — Paul Parey, Berlin, pg. 1—1072. Zähne pg. 191—206.
- ELLENBERGER u. SCHEUNERT, 1910. Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugetiere. — Paul Parey, Berlin, pg. 1—809. Zähne pg. 763—765.
- FARKAS, LÁSZLÓ, 1934. A Szarvasmarha Fogainak Rendellenességei (Die Zahnanomalien der Rinder). — Inaug.-Diss. Tierärztl. Hochschule, Budapest, pg. 1—55.
- FISCHER, R. 1926. Beziehungen zwischen den Kieferbewegungen und der Kauflächenform der Zähne. — Inaug.-Diss. Med. Fak. Univ. Zürich, pg. 1—74.
- FRIANT, M., 1933. Contributions à l'étude de la différenciation des dents jugales chez les mammifères. — «Publications du Muséum National d'Histoire Naturelle». Masson et Cie, Editeurs, Paris, p. I—IX et p. 1—132.
- GATTINGER, PETER, 1929. Die Altersbestimmung beim Rinde. — Inaug.-Diss. Landwirtschaftl. Hochschule, Berlin.
- GEBHARDT, W., 1900. Über den funktionellen Bau einiger Zähne. — I. Teil: pg. 135—243.  
 II. Teil: pg. 263—360.
- Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, 10. Bd.
- GERLACH, HANS, 1930. Altersveränderungen am Zahnbein. II. Die Kalziumverteilung im Zahnbein und ihre Verschiebung mit zunehmendem Alter. — Gegenbaur's Morpholog. Jahrbuch. (Eine Zeitschrift f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte). 65. Bd., H. 3, pg. 481—496.
- GRESSEL, ., 1931. Die Zuverlässigkeit nach den Merkmalen an den Zähnen. — Zeitschr. f. Veterinärkunde. 43. Jahrg. pg. 409—416.
- GURLT, C. F., 1856. Über abnorme Zahn- und Haarbildung. — Magazin für die gesamte Tierheilkunde. Herausgeg. von C. F. Gurlt und C. H. Hertwig. 22. Jahrg., pg. 356—359, mit 1 Tafel. A. Hirschwald, Berlin.  
 — 1858. VII. Über den Durchbruch und Wechsel der Zähne bei den Haussäugetieren. — Magazin für die gesamte Thierheilkunde. Herausg. von C. F. Gurlt und C. H. Hertwig. 24. Jahrg. H. 1, pg. 103—117. A. Hirschwald, Berlin.
- HENSEL, R., 1879. Über Homologien und Varianten in den Zahnformeln einiger Säugetiere. — Morpholog. Jahrb. (Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch.) 5. Bd., pg. 529—561.

- HERTZ, H., 1866. Untersuchungen über den feineren Bau und die Entwicklung der Zähne. — Arch. f. patholog. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Med., herausgeg. v. Rudolf Virchow. 37. Bd. Dritte Folge: 7. Bd. pg. 272—322.
- HIBMA, A. M., 1921. Untersuchung über den Zahnwechsel bei einzelnen Haustieren. (Vorläufige Mitt.) — Deutsche Tierärztl. Wochenschr., 29. Jahrg. Nr. 12, p. 149—152.
- 1921. Die Entstehung der Kunde in den Schneidezähnen des Pferdes. — Deutsche Tierärztl. Wochenschr., 29. Jahrg., No. 16, pg. 200—203.
- 1921. Das Auftreten des Schwalbenschwanzes zwischen den Ersatzzangen bei Schafen als Kennzeichen für die Bestimmung des Alters bei diesen Tieren und seine Entstehung. — Deutsche Tierärztl. Wochenschr., 29. Jahrg., Nr. 35, pg. 440—444.
- HILZHEIMER, MAX, 1906. Variationen des Canidengebisses mit besonderer Berücksichtigung des Haushundes. — Zeitschr. f. Morph. u. Anthropol. IX. Bd., pg. 1—40.
- HOFFMANN, ALFRED, 1894. Über die Entwicklung des Kronenzementes an den Backenzähnen der Wiederkäuer mit Berücksichtigung der Zahnentwicklung im Allgemeinen. — Zeitschr. f. wiss. Zool. 58. Bd., pg. 566—617 und 1 Tafel.
- HOLLE, AUGUST, 1920. Untersuchungen über Zahnkrankheiten und Zahnbeläge beim Schaf. — Inaug.-Diss. Tierärztl. Hochschule, Hannover, pg. 1—74.
- HOLLAENDER, LUDWIG, 1877. Die Anatomie der Zähne des Menschen und der Wirbeltiere, sowie deren Histologie und Entwicklung nach CHARLES S. TOMES' Manual of dental Anatomy human and comparative. — A. Hirschwald, Berlin.
- HOWES, G. B., 1893. Contributions of the Study of Mammalian Dentition. Part I. On the development of the teeth of the Macropodidae. — Proceedings of the general meetings for scientific business of the Zoological society of London for the Year 1893, pg. 450—473.
- HUGENDEBEL, 1898. «Zahn-anomalie». — Berl. Tierärztl. Wochenschr. Jahrg. 1898, herausgeg. am 23. Juni 1898, Nr. 25, pg. 290.
- IHLE, J. E. W., KAMPEN, VAN P. N. u. a., 1927. Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Aus dem Holländischen übersetzt von HIRSCH, C. CHR. Jul. Springer, Berlin, pg. I—VIII und pg. 1—906.
- JOEST, E., 1915. Odontologische Notizen (Anfang). — Berl. Tierärztl. Wochenschr. XXXI. Jahrg. Nr. 6. pag. 61—66 (mit 9 Abbildungen).
- 1915. Odontologische Notizen (Schluss). — Berl. Tierärztl. Wochenschr. XXXI. Jahrg. pg. 73—76 (mit 3 Abb.).
- 1919. Spezielle pathologische Anatomie der Haustiere. — I. Bd., II. Abschn. «Zähne», pg. 115—226. R. Schoetz. Berlin.
- DE JONGE-COHEN, Th. E., 1930. Kasuistischer Beitrag zur Molarisation der unteren Praemolarkronen. — Anat. Anz. 70. Bd., pg. 327—331.
- KAHNERT, BRUNO, 1914. Beiträge zur Ätiologie der Zahnkaries beim Pferde. — Inaug.-Diss. Tierärztl. Hochschule, Berlin. (Sonderabdr. aus «Monatshefte f. prakt. Tierheilkunde») XXVI. Bd., pg. 1—41.
- KITT, TH., 1892. Anomalien der Zähne unserer Haustiere (mit 32 Abb.). — Monatshefte f. prakt. Tierheilkunde, herausgeg. von Fröhner und Kitt, Stuttgart. III. Bd., pg. 337—372; 398—424; 442—457.
- KLEVER, ERNST, 1889. Zur Kenntnis der Morphogenese des Equidengebisses. — Morphol. Jahrb. Eine Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch., herausgeg. von C. Gegenbaur, 15. Bd., pg. 308—330. Taf. XI—XIII.
- KORFF, K. v., 1906. Die Entwicklung der Zahnbeingrundsubstanz der Säugetiere. Taf. I. — Arch. f. mikroskop. Anat. u. Entwicklungsgesch. 67. Bd., pg. 1—17. 1906.
- KOWALEWSKY, W., 1876. Osteologie des Genus Gelocus. Palacontographica, XXIV.
- KROON, H. M., 1921. Die Lehre der Altersbestimmung bei den Haustieren. Schaper, Hannover, pg. 1—240.
- KRUMBIEGEL, INGO, 1931. Das sog. Kompensationsgesetz Goethes betr. Korrelation von Kopfwaffen und Oberzähnen — Zeitschr. f. Säugetierkunde. 6. Bd., Heft 1/6, pg. 186—202.
- KÜKENTHAL, WILLY, 1889. Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren. I. T., p. 1—448.
- 1891. Einige Bemerkungen über die Säugetierbezahnung. — Anat. Anz. VI. Jahrg. Nr. 13, pg. 364—370.
- 1892. Über den Ursprung und die Entwicklung der Säugetierzähne. — Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch., herausgeg. v. d. mediz.-naturwiss. Ges. zu Jena, 26. Bd. N. F. 19. Bd., pg. 469—489.
- 1895. Zur Dentitionsfrage. — Anat. Anz. X. Bd., Nr. 20, pg. 653—659.
- 1914. Zur Entwicklung des Gebisses des Dugong, ein Beitrag zur Lösung der Frage nach dem Ursprunge der Säugetierzähne. — Anat. Anz. 45. Bd., pg. 561—577.
- LANDSBERGER, RICHARD, 1914. Das zentrifugale Wachstum der Zähne (zugleich Erwiderung auf die «Bemerkungen» von Dr. H. Sicher). — Arch. f. Anat. und Physiol., herausgeg. v. Waldmeyer, W., und Rubner, M., Anat. Abt., pg. 206—212.
- LECHE, WILH., 1893. Studien über die Entwicklung des Zahnsystems bei den Säugetieren. — Morphol. Jahrb. (Eine Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch.), 19. Bd., pg. 502—547.

- LECHE, WILH., 1893. Nachträge zu «Studien über die Entwicklung des Zahnsystems bei den Säugetieren». — *Morphol. Jahrb.*, herausgeg. von C. Gegenbaur, 20. Bd.  
 Untersuchungen beziehen sich auf *Myrmecobius*, 4 Typen von *Chiroptera* und *Rhoca groenlandica*.
- 1903. Zur Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems der Säugetiere, zugleich ein Beitrag zur Stammesgeschichte dieser Tiergruppe. — *Biolog. Centralbl.* 23. Bd., pg. 510—515.
- 1904. Über Zahnwechsel bei Säugetieren im erwachsenen Zustand. — *Zoolog. Anz.* XXVII. Bd., pg. 219—222.
- 1907. Zur Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems der Säugetiere, zugleich ein Beitrag zur Stammesgeschichte dieser Tiergruppe. — *Biolog. Centralbl.*, 27. Bd., pg. 550—558.
- 1910. Zur Frage nach der stammesgeschichtlichen Bedeutung des Milchgebisses bei den Säugetieren. — *Zool. Jahrb., Abt. f. System., Geogr. u. Biolog. d. Tiere.* 28. Bd., pg. 449—456.
- LESBRE, M. F.-H. 1893. Considérations sur la première prémolaire de quelques Mammifères domestiques. — *Compt. Rend. herbdomadaires d. Séanc. et Mém. de la soc. de biol. T. 5<sup>me</sup>, 9. Sér.*, pg. 65—68.
- LOOMIS, F. B., 1925. Dentition of Artiodactyls. — *Bulletin of the geological society of America.* Fol. 36, pg. 583—604.
- LUBOSCH, WILH., 1907. Universelle und spezialisierte Kaubewegungen bei Säugetieren. — *Biol. Centralbl.* 27. Bd., pg. 612—624 und 652—665.
- MARCUS, H., 1931. Zur Zahn- und Gebissentwicklung bei Gymnophionen, Krokodilen und Marsupialiern (Zahnstudie VII). — *Gegenbaurs Morpholog. Jahrbuch.* (Eine Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch.). 68. Bd., pg. 457—486.
- MARTIN, PAUL, 1912. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. — Aus: *Allgem. u. vergl. Anat. u. Entwicklungsgeschichte.* Zähne pg. 177—199.
- 1919. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. — III. Bd. *Vergl. Anat. d. Beweg. app. der Haussäuger und des Menschen.* 2. Aufl. Zähne der Wiederkäuer. pg. 208 u. ff.
- MARTIN, PAUL und SCHAUDER, W. CH., 1934. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. — III. Bd. 1. Teil: Bewegungsapparat der Hauswiederkäuer. 3. Auflage.
- MAYO, FLORENCE, 1886/1888. The Superior Incisors and Canine Teeth of Sheep. — *Bulletin of the Museum of comparative Zoology, at Harvard College, in Cambridge.* Vol. XIII, Nr. 9.
- MONTANÉ et BOURDELLE, E., 1917. Anatomie Régionale des Animaux Domestiques. II. Ruminants. pg. 1—384.
- MOREAU, LAURANT, 1914. La dent des mammifères de la série paléontologique et la dent de l'homme. Essai d'anatomie comparée. — *Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux.* Cinquantième année 1914—1919, pg. 81—91.
- MOSER, FRITZ, 1934. Über die Zahnentwicklung beim Pferd. — *Gegenbaurs Morpholog. Jahrb.* (Eine Zeitschr. f. Anat. und Entwicklungsgesch.), herausgeg. v. E. Göppert (Marburg), pg. 237—238.
- MÜLLER, DETLEV, 1930. Das Fehlen des ersten Unterkieferprämolaren beim Reh, ein progressives Merkmal. — *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 5. Bd., Heft 5/6, pg. 369—371.
- NIEBERLE, K. u. COHRS, P., 1931. Jahrbuch der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. — pg. 1—796. Gustav Fischer, Jena.
- OSBORN, HENRY, Fairfield, 1888. Additional Observations upon the structure and classification of the mesozoic mammalia. — *Proceed. of the Acad. of natural scienc. of Philadelphia.* pg. 292—301.
- 1888. The evolution of the mammal molars to and from the trituberc. type. — *Amer. Naturalist*, XII.
- 1907. Evolution of Mammalian Molar Teeth to and from the Triangular Type.
- OSTERTAG, R. v., 1915. Krankheiten der Zähne. 2. verb. Aufl. mit 141 Abb. — *Handbuch der Tierärztl. Chir. u. Geburtshilfe*, herausgeg. v. Jos. Bayer und Eug. Fröhner. III. Bd., 1. Teil, pg. 194—394.
- OSTHOF, WILH., 1914. Zahl und Art der Kaubewegungen bei Pferd und Wiederkäuer. — *Inaug.-Diss. Veterin.-Med. Fak. Giessen*, pg. 1—85.
- PEYER, B., 1919/20. Zum «Problem der Entstehung der Zahnform». — *Anat. Anz.* 52. Bd., pg. 107—111.
- PIANA, 1878. Osservazioni intorno all'esistenza di rudimenti di denti canini ed incisivi superiori negli embryoni bovini ed ovis. — *Memoria dell'Accademia della Scienza dell'istituto di Bologna*, Se. III, Tomo IX, Fas. 2, pg. 217—225.
- PIRILÄ, HANNES, 1933. Untersuchungen an 16 Pferdeschädeln über die Formveränderungen der Zähne und ihre Lage im Kiefer in den verschiedenen Altersstadien. — *Sonderdr. aus «Zeitschr. f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte».* 102. Bd., 1. H., pg. 107—168.
- POUCHET, G. et CHABRY, L., 1884. Contributions à l'odontologie des Mammifères. — *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux.* 20<sup>me</sup> année, pg. 149—192.
- RODE, KARL, 1931. Über eine merkwürdige Gebissanomalie am Unterkiefer eines fossilen Bären. — *Gegenbaurs Morpholog. Jahrbuch.* (Eine Zeitschr. f. Anat. und Entwicklungsgesch.), 65. Bd., pg. 164—177.
- ROESE, C., 1891. Über die Entwicklung der Zähne des Menschen. — *Arch. f. mikroskop. Anat.*, 38. Bd., pg. 447—491.
- 1892. Über die Entstehung und Formatänderungen der menschlichen Molaren. — *Anat. Anz.* 7. Jahrg., pg. 392—420.

- ROESE, C., 1892. Über die Zahnleiste und die Eischwiele der Sauropsiden. — Anat. Anz. 7. Jahrg., pg. 748—764.  
 — 1892. Über Zahnbau und Zahnwechsel der Dipnoer. — Anat. Anz. 7. Jahrg., pg. 821—838.  
 — 1892. Zur Phylogenie des Säugetiergebisses. — Biolog. Centralbl. 12. Bd., pg. 624—638.  
 — 1894. Über den Zahnbau und Zahnwechsel von *Elephas indicus*. — Morphol. Arbeiten, herausgegeben von G. Schwalbe, 3. Bd., pg. 173—194.  
 — 1894. Das Zahnsystem der Wirbeltiere. — Sep. Abdr. aus den Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., herausgeg. v. Merkel, Fr. und Bonnet, P., pg. 542—591.
- ROESE, C. und BARTELS, O., 1896. Über die Zahnentwicklung des Rindes. Mit 39 Abb. i. Text. — Morpholog. Arbeiten, herausgeg. von G. Schwalbe, 6. Bd., pg. 49—118.
- RÜTIMEYER, L., 1867. Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes, in seinen Beziehungen zu den Wiederkäuern im allgemeinen. — Eine anatomisch-paläontologische Monographie von Linné's Genus *Bos*. I. Abt. Neue Denkschriften der allgem. Schweiz. Ges. f. d. gesamten Naturwissenschaften. XXII. Bd., pg. 1—104.
- RYDER, JOHN A., 1878. On the mechanical Genesis of the Tooth Forms. — Proceed. of the Acad. of nat. scienc. of Philadelphia, pg. 45—80.  
 — 1879. Morphological notes on the limbs of the amphiumidae, as indicating a possible synonymy of the supposed genera. — Proceed. of the Acad. of nat. scienc. of Philadelphia. pg. 14—15.  
 — 1879. Further Notes on the Mechanical Genesis of tooth forms. — Proceed. of the Acad. of nat. scienc. of Philadelphia. pg. 47—51.
- SCHLOSSER, M., 1887. Beiträge zur Kenntnis der Stammesgeschichte der Huftiere und Versuch einer Systematik der Paar- und Unpaarhufer. (Mit Taf. I—VI.) — Morphol. Jahrb. (Eine Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch.), 12. Bd., pg. 1—136.
- SCHNEEBERGER, RICHARD, 1911. Die Ruminatation, im besonderen diejenige der wilden Tiere. Inaug.-Diss., Vereinigte med. Fak. Grossh. Hess. Ludwigs-Universität, Giessen. pg. 5—76.
- SCHOEBER, ADOLF, 1920. Untersuchungen über Zahnanomalien und Zahnkrankheiten bei Rindern. — Inaug.-Diss. Hannover, pg. 1—69.
- SCHOENBERG, F., 1928. Ein Beitrag zur Ossifikation und zum Durchbruch der bleibenden Schneidezähne des Rindes. — Berl. Tierärztl. Wochenschr. II, Nr. 44, pg. 729—731.
- SCHWALBE, G., 1894. (Referat). Über Theorien der Dentition. — Anat. Anz., Ergänzungsheft z. IX. Bd. Verhandlg. d. Anat. Ges. auf der 8. Versammlg. Strassburg i. E.  
 — 1894. Über Zahnentwicklung und Zahnwechsel. — Dtsch. Med. Wochenschr. Nr. 2, pg. 68—69.
- SCHWARZ, GEORG, 1914. Untersuchungen über Kaubewegungen bei wilden Wiederkäuern. — Inaug.-Diss.
- SCHWARZ, JOH., 1912. Beiträge zur Altersbestimmung des Kalbes. — Inaug.-Diss. Leipzig, pg. 1—144.
- SCOTT, B.W., 1892. The evolution of the premolar teeth in the mammals. — Proceed. of the Acad. of nat. scienc. of Philadelphia. Part I, pg. 405—444.
- SIMON, CHRISTIAN, 1929. Untersuchungen über den Bau der Zähne beim Rind und Altersbestimmung, unter besonderer Berücksichtigung der Gebissanomalien. — Inaug.-Diss. Ver. Friedrichs-Univers. Halle-Wittenberg, pg. 1—77.
- STACH, JOH., 1910. Die Ontogenie der Schneidezähne bei *Lepus cuniculus* L. Beitrag zur Frage über die Stammesgeschichte der Nagetiere. — Extrait du Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, pg. 215—258.  
 — 1914. Spostrzezenia nad zmianą uzebienia powstawaniem zębów trzonowych u ssawców. (Über die Entstehung des Ersatzgebisses und der Backenzähne bei den Säugetieren.) — Extrait du Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, pg. 283—299.
- STUHLNEMILLER, M., 1931. Einfluss des Zahnwechsels beim Rind auf dessen Nahrungsaufnahme und Kautätigkeit. — Münch. Tierärztl. Wochenschr. 82. Jahrg. Nr. 29, pg. 355—356.
- TAEKER, J., 1892. Zur Kenntnis der Odontogenese bei Ungulaten. — Inaug.-Diss. Dorpat, pg. 1—25.
- TIMS, MARETT, H. W., 1902. On the succession and homologies of the molar and premolar teeth in the mammalia. — The Journal of Anatomy and Physiology, normal and pathological, human and comparative. Vol. XXXVI, N. Series, Vol. XVI, pg. 320—343.
- VEITH, A., 1912. Beiträge zum Studium der Maxillarbezahnung der Hippiden. — Arch. f. Naturgesch., gegr. von A. F. A. Wiegmann, 78. Bd., Abt. A, pg. 1—33.
- WALDMANN, HUGO, 1915. Untersuchungen über die beim Pferd und beim Hund vorkommenden braunen Zahnbeläge. — Inaug.-Diss. Tierärztl. Hochschule, Berlin. (Sonderabdr. aus «Monatshefte f. prakt. Tierheilkunde». XXVI. Bd., pg. 1—19).
- WEBER, MAX, 1927. Die Säugetiere. Einführung in die Anatomie und Systematik der recenten und fossilen Mammalia. — 2. Aufl. 1. Bd. Anat. Teil. VI. Gebiss. pg. 234 u. ff.
- WEISS, HANS, 1911. Vergleichende Untersuchungen über die Zähne der Haussäugetiere. — Inaug.-Diss.-Zürich. Mit 26 Abb., pg. 1—78.

- WIELAND, 1908. Schieferzähne beim Rind. — Berl. Tierärztl. Wochenschrift. Nr. 39, pg. 694.
- WITTMANN, CARL, 1908. Untersuchungen über Zahnstein und dessen chemische Zusammensetzung bei unseren Haussäugetieren. — Inaug.-Diss. Mediz. Fak. Leipzig. Tierärztl. Hochschule Dresden, pg. 5—33.
- WOERDEMAN, MARTIN W., 1919. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von Zähnen und zum Gebiss der Reptilien. Beitrag I. Die Anlage und Entwicklung des embryonalen Gebisses als Ganzes und seine Beziehung zur Zahnleiste. — Arch. f. mikroskop. Anat. I. Abt. f. vergl. u. experiment. Histol. u. Entwicklungsgesch., 92. Bd., pg. 105—182.
- 1921. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von Zähnen und Gebiss der Reptilien. — Beitrag IV. Über die Anlage und die Entwicklung der Zähne (Histio- und Morphogenese, Durchbruch, Befestigung u. Resorption). Arch. f. mikroskop. Anat. I. Abt. 95. Bd., pg. 265—395.
- WOODWARD, M. F., 1892. On the Milk-Dentition of Procavia (Hyrax) capensis and of the Rabbit (*Lepus cuniculus*), with Remarks on the Relation of the Milk and Permanent Dentitions of the Mammalia. — Proceedings of the general meetings for scientific business of the Zoological Society of London for the Year 1892, pg. 38—49.
- WURACH, KURT, 1921. Beitrag zur Altersbestimmung des Kalbes im 3.—6. Lebensmonat. — Inaug.-Diss. Tierärztl. Hochschule Berlin, pg. 1—29.
- ZIETZSCHMANN, OTTO, 1923. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haustiere. — Die Entwicklung der Zähne. pg. 474—489. R. Schoetz, Berlin.