



146,830.

Zur

# Kenntniss der Odontogenese bei Ungulaten.

---

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Magisters der Veterinair-Medicin

verfasst und mit Bewilligung

des Conseils des Dorpater Veterinair-Instituts

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

**Julius Taeker.**

Mit vier Tafeln.

Ordentliche Opponenten:

Pres. Mag. L. Kundsinn. — Prof. Mag. A. Semmer. — Prof. Dr. A. Rosenberg.

---

Dorpat.

Druck von C. Mattiesen.

1892.

Печатать разрешается.

Г. Дерптъ, 1-го апрѣля 1892 г.

№ 339.

Директоръ

Дерптскаго Ветеринарнаго Института

К. Рауцахъ.

Г.159 423

Indem ich nachstehende Untersuchungen veröffentliche, bitte ich meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. A. Rosenberg, der das Thema mir vorgeschlagen und in dessen Cabinet ich meine Untersuchungen ausgeführt, für die mir erwiesene Förderung meinen tiefgefühlten Dank entgegenzunehmen.

---



Die recenten Hufthiere, fast durchweg Pflanzenfresser und nur sehr wenige omnivore Vertreter zählend, besitzen zum Theil recht complicirt gestaltete Zähne zygodonten, selenodonten und bunodonten Gepräges, deren Herleitung aus einer gemeinsamen zygodonten Grundform, von Rütimeyer in einer Reihe ausserordentlich sorgfältiger Fundamental-Arbeiten vertreten und zu allgemeiner Anerkennung gebracht, in neuerer Zeit namentlich durch Cope, Osborn und Schlosser angefochten worden ist; die genannten Autoren vertheidigen die Anschauung, dass der bunodonte Zahntypus die Ausgangsform darstellt, sich hierbei, wie Rütimeyer, gleichfalls ganz vorzugsweise auf Thatsachen der Paläontologie stützend. Die ontogenetische Seite dieser, in mehrfacher Beziehung hohes Interesse beanspruchenden Angelegenheit ist bisher, von der Untersuchung eines Einzelobjectes abgesehen, noch nicht discutirt worden, da das Interesse Derjenigen, die die Entwicklung von Zähnen der in Rede stehenden Säugethiergruppen untersucht haben, ausschliesslich den Vorgängen der Histiogenese zugewendet gewesen ist; gleichwohl kann von vornherein erwartet werden, dass schon wegen der Zeitdauer, deren die Zähne zu ihrer Ausbildung bedürfen, es sich ohne wesentliche Schwierigkeiten müsste beobachten lassen, ob z. B. die Halbmonde der Wiederkäuer-Molaren aus Höckern entstehen, oder aber durch Umformung von Jochen zu Stande kommen.

An diese Sachlage knüpft die vorliegende, im I. Sem. 1890 begonnene Untersuchung <sup>1)</sup> an; für die Unpaarhufer konnte es sich hierbei im Wesentlichen nur um Erweiterung und Vervollständigung der von Klever <sup>2)</sup> gemachten Beobachtungen handeln. Von Paarhufern, für die meines Wissens noch keinerlei Angaben in der Literatur vorliegen, habe ich zunächst die Zahnentwicklung eines Bunodonten, des Schweines, untersucht; von Selenodonten stand mir aus der hochinteressanten alterthümlichen kleinen Gruppe der Traguliden, die in mancher Hinsicht noch mit Bunodonten übereinstimmt, namentlich ein Embryo zu Gebote; von anderen chamaeodonten Selenodonten konnte ich das Elen in mehreren, und das Reh wenigstens in einem Stadium untersuchen, und schliesslich habe ich an reicherm Material beim Rinde und beim Schaf, als Vertretern der hypselodonten (prismodonten) Selenodonten die Zahnentwicklung verfolgt.

---

1) Dieselbe wurde für die Zeit von 8 Monaten durch eine Dienstreise in die Kirgisensteppe (nördlich vom Aralsee) unterbrochen, die ich in der Hoffnung unternahm, Embryonen vom Pferde und bes. vom Kamel, einem für meine Zwecke sehr wichtigen Object, bei dieser Gelegenheit zu erlangen; die gehegten Erwartungen haben sich leider nicht verwirklicht.

2) K lever, E. Zur Kenntniss der Morphogenese d. Equidengebisses. Morph. Jahrb. XV, p. 308. Leipzig 1889.

Die Untersuchungsmethode ist im Allgemeinen die von K l e v o r befolgte gewesen; zu erwähnen wäre, dass ich für die Entkalkung zum Theil die Phloroglucin-Salpetersäuremischung nach H a u g<sup>1)</sup> verwendet habe; der Erfolg war, wenigstens bei frischem Material, kein zufriedenstellender, was auf die stürmische Entbindung der Kohlensäure, die Gewebsdislocationen verursacht, zurückzuführen ist. Weiter wäre zu bemerken, dass ich, um unabhängig von jeglicher Assistenz die Zerlegung des Objects im Celloidinblock möglichst rasch zu bewerkstelligen, dass im hiesigen Zootomicum üblich gewordene Verfahren benutzt habe, die Schnitte von der Klinge nicht direct auf den Objectträger zu übertragen, sondern dieselben zunächst in Schälchen mit Alcohol derart unterzubringen, dass bei Anwendung von 10 Schälchen in das erste derselben die Schnitte 1, 11, 21 u. s. w. zu liegen kommen. Das so erhaltene Intervall reichte bei einer, je nach der Beschaffenheit des Objectes zwischen 0,02 und 0,05 mm. variirenden Schnittstärke vollkommen aus, um nach beendeter Mikrotomirung die definitive Anordnung der Schnitte auf den Objectträgern mit absoluter Sicherheit ausführen zu können; andernfalls wäre die Anzahl der Schälchen zu vermehren gewesen. Zugleich bietet das eben erwähnte, einfache Verfahren noch einige weitere Vortheile, die jedem mit der Serientechnik Vertrauten ohne Weiteres sich ergeben werden. Zum Aufhellen und Einschliessen kam anfangs noch Origanumöl und Canadabalsam zur Verwendung; später habe ich für beide Zwecke ausschliesslich die von V o s s e l e r<sup>2)</sup> empfohlene alcoholische Lösung venetianischen Terpentins benutzt, so erheblich sind die Vorzüge dieses Mediums, geeignetes, Ausscheidungen von Krystallen nicht veranlassendes Rohmaterial vorausgesetzt.

Da ich bei der Beschreibung meiner Befunde aus später ersichtlichen Gründen mich der Terminologie von O s b o r n bediene, referire ich hier zum Schluss noch kurz über die Grundzüge der C o p e - O s b o r n'schen Anschauungen, soweit das zum Verständniss der O s b o r n'schen Bezeichnungswaise orforderlich ist.

Als Ausgangsform (haplodonte Stufe) gilt der einfache Kegelzahn, für Zahnanlagen im Oberschädel als Protoconus, für solche im Unterkiefer als Protoconid bezeichnet. Auf das haplodonte Stadium folgt das triconodonte, indem zwei Nebenhöcker oder Nebenkegel zum Protoconus (resp. Protoconid) hinzutreten; am vorderen Umfange der Basis des Hauptkegels erhebt sich der Paraconus (resp. das Paraconid), nach rückwärts schliesst sich dem Hauptkegel der Metaconus (resp. das Metaconid) an.

Die lineare Anordnung der Höcker im triconodonten Stadium geht später in die Dreiecksgruppierung des Tritubercularstadiums (Trituberculie, Trigonodontie Rütim.) über, indem an Zahnanlagen des Oberkiefers Paraconus und Metaconus nach aussen verlagert werden, wogegen im Unterkiefer Paraconid und Metaconid medianwärts zu liegen kommen. Schliesslich tritt an Oberkieferzähnen hinter dem Protoconus noch ein Hypoconus auf (Quadritubercularstadium); ebenso können auch noch Zwischenhöcker sich entwickeln; ein vorderer, zwischen Paraconus und Protoconus zur Ausbildung gelangender Zwischenhöcker wird je nach seiner näheren Zugehörigkeit entweder als Protoconulus<sup>3)</sup> oder als Paraconulus bezeichnet; der hintere, zwischen Meta-

1) H a u g, R. Die gebräuchlichsten Entkalkungsmethoden. Zeitschrift für wiss. Mikroskopie. Bd. VIII, p. 8. 1891.

2) V o s s e l e r, J. Venetianisches Terpentins als Einschlussmittel für Dauerpräparate. Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie Bd. VI, p. 292. 1889.

3) Der betreffende Zwischenhöcker ist namentlich für die Paarhufer des europäischen Tertiärs ungemein charakteristisch, und hat nach S c h l o s s e r durch Confluenz mit dem Protoconus den vorderen Innenhalbmond des recenten Wiederkäuermolars gebildet.

conus und Hypoconus gelegene heisst Metaconulus (Quinque- und Sextubercularstadium). An Unterkieferzähnen kommt es zur Ausbildung des hinter dem Protoconid auftretenden Hypoconids, sowie eines, medial von letzterem gelegenen Entoconids. Später finden noch mannigfache Umformungen dieser Zahnbestandtheile statt; einzelne derselben können nachträglich auch noch atrophiren oder selbst völlig schwinden, so hat nach Cope und Osborn der quadrituberculäre Unterkiefermolar recenter Wiederkäufer das Paraconid vollkommen eingebüsst <sup>1)</sup>.

## I. U n p a a r h u f e r .

### Das Pferd.

Klever, dem für die Untersuchung jüngerer Entwicklungsstadien geeignetes Material fehlte, hat es unentschieden gelassen, ob ein bunodontes Anfangsstadium beim Pferde vorkommt oder nicht; ausserdem sind von ihm wegen Materialmangels die definitiven Praemolaren und die Molaren nicht weiter berücksichtigt worden <sup>2)</sup>; somit ist es mir wesentlich um Erlangung relativ früher Embryonalstadien, sowie um Beschaffung des erforderlichen postembryonalen Untersuchungsmaterials zu thun gewesen. Für beide Hauptstufen habe ich leider nur Weniges erhalten; das jüngste Stadium hat Herr Prof. C. Müller (Berliner thierärztliche Hochschule) abzutreten die Freundlichkeit gehabt. Dieses Stadium bietet zunächst insofern Interesse, als es gleichfalls die bereits von Klever gesehene und mit einiger Reserve als „rudimentäre, bald wieder schwindende Anlage eines atavistischen Jd<sup>4</sup>“ gedeutete Schmelzkeimwucherung aufweist. (cf. meine Fig. 1 zum Vergleich mit der Klever'schen Fig. 6). Die Vergleichung der beiderseitigen Befunde lehrt, dass die transitorische Schmelzorgananlage für Jd<sup>4</sup> im Klever'schen Object bereits in regressiver Metamorphose begriffen ist; in älteren Stadien habe ich nichts mehr davon nachweisen können.

In dem eben erwähnten Stadium bildet die Anlage für D<sup>2</sup> einen niedrigen, sagittal gerichteten Dentinkeim von annähernd elliptischem Querschnitt. Dieser Dentinkeim besteht vorzugsweise aus einem vorderen voluminösen, konisch auslaufenden Hügel, aus dessen hinterem Basalabhang ein ziemlich umfangreicher, noch nicht isolirter Vorsprung sich nach hinten erstreckt. Nach Analogie der später zu erörternden Befunde bei Paarhufern erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass der vordere dem Paraconus entsprechende Kegel in noch früheren Embryonalstadien allein angelegt sein werde, und dass sein hinterer Vorsprung als die erste Anlage eines Meta-

1) Betreffs weiterer Einzelheiten verweise ich auf Osborn (The evolution of mammalian molars to and from the tritubercular type. Amer. Natur. XXII. Philadelphia 1888; ferner: Perissodaetyla. Bull. Mus. comp. Zool. Harvard Coll. XX 3. 1890). Cope (The mechanical causes of the development of the hard parts of the Mammalia. Journ. of Morphol. III. 2. Boston 1889) und Schlosser (Die Differenzirung des Säugethiergebisses. Biol. Centralbl. X. Erlangen 1891). Der Versuch von Fleischmann (die Grundform der Backzähne bei Säugethieren und die Homologie der einzelnen Höcker. Sitzber. Berl. Akad. 1891), die Osborn'sche Terminologie zu ersetzen, ist um so eher als aussichtslos zu erachten, als Rüttimeyer selbst, die Cope-Osborn'schen Anschauungen besprechend, ihnen in mehrfacher Beziehung zustimmt und namentlich den umfassenden Charakter des den Osborn'schen Abstractionen zu Grunde liegenden palaeontologischen Materials in bereitwilligster Weise anerkennt (cf. Rüttimeyer, Ueber einige Beziehungen zwischen den Säugethierstämmen alter und neuer Welt. Erster Nachtrag zu der coeänen Fauna von Egerkingen. Abh. d. schweiz. pal. Gesellsch. XV Zürich 1888; sowie: Uebersicht der coeänen Fauna von Egerkingen nebst einer Erwiederung an Prof. E. D. Cope. Verh. naturf. Gesellsch. Basel IX. 2. Basel 1890).

2) Klever, l. c. S. 314. 319.

conus zu deuten ist. Aus dem vorliegenden Stadium ergibt sich ferner, dass der Protoconus ontogenetisch später auftritt als der Para- und Metaconus.

Die Oberkiefer eines Embryo, dessen Alter nahezu mit dem Object bei K l e v e r (Fig. 7—9) übereinstimmt, haben mir Schnittserien geliefert, aus denen ich in Fig. 2 einzelne Durchschnitte durch die Anlage von  $D^2$  abbilde, da der Erhaltungszustand meines Objectes ein besserer ist, als der des K l e v e r'schen. Die Anlage zeigt in Uebereinstimmung mit der K l e v e r'schen Fig. 9 die von ihm bereits hervorgehobene ausserordentlich einfache Bildung der beiden einfach halbmondförmigen und keinerlei Nebenfältelung aufweisenden Hauptmarken, sowie die Existenz der vorderen Innenmarke. Es liegt mithin das Merychippoidstadium vor (in letzterer Hinsicht wäre Fig. 2 c u. d etwa mit Fig. 10 f—h zu vergleichen).

In dem ältesten zur Untersuchung gekommenen Stadium für obere Milchpraemolaren, aus dem ich  $D^1$  zerlegt habe, zeigt die betreffende Zahnanlage, deren Aussenwand 13 mm lang ist, noch wesentliche Uebereinstimmung mit  $D^2$  des früheren Stadiums (Fig. 2); namentlich auch in dem Verhalten der vorderen Innenmarke.

Für die oberen Molaren stand mir von einem mehrmonatlichen Füllen ein Stadium für die Anlage von  $M^2$  zur Verfügung. Die betreffende Zahnanlage gleicht in ihrer Basis annähernd einem ungleichseitigen Fünfeck, dessen längste Seiten lateral (3.5 mm) u. vorn liegen. Die ganze Zahnanlage ist in ein starkes Bindegewebslager eingehüllt, das in eine ellipsoidische, einen Durchmesser von etwa 10 mm zeigende Lücke im Knochengebälk des jugendlichen Tuber maxillare eingesenkt ist. Die Anordnung der einzelnen Zahnbestandtheile stimmt im Allgemeinen mit der Configuration der in Fig. 2 abgebildeten Zahnanlage überein, nur ist der seitlich comprimirte mächtige Protoconus an seinem medialen Abhang bereits mit der charakteristischen Furche versehen. Die Marken sind noch relativ einfach, halbmondförmig gekrümmt und ohne secundäre Fältelung; die vordere Innenmarke ist gleichfalls noch vorhanden <sup>1)</sup>.

## II. P a a r h u f e r.

### A. Bunodonten.

#### Das Schwein.

Wie aus dem früher Angeführten hervorgeht, besitzt die Verfolgung der Gebissentwicklung beim Schwein, dem einzigen erlangbaren typischen Bunodonten, besonderes Interesse, da die hier zu beobachtenden Verhältnisse sich im Wesentlichen auch bei Selenodonten wiederfinden müssen, falls letztere aus bunodonten Ausgangsformen sich entwickelt haben. Bedauerlicher Weise ist mein Material nur ein recht spärliches gewesen.

Eines der jüngsten zur Untersuchung gekommenen Objecte verdanke ich Herrn Prof. Dr. Barfurth;  $D^1$  ist im Wesentlichen nur durch einen umfangreichen niedrigen Kegel vertreten, welcher, wie die Vergleichung mit späteren Stadien lehrt, nicht etwa dem Protoconus, sondern dem Paraconus entspricht. In dem Sta-

<sup>1)</sup> An dem in Fig. 3 abgebildeten  $M^2$  aus dem Schädel eines älteren Pferdes persistirt dieselbe; ein immerhin recht seltenes Verhalten.

dium, welches der Figur 6 zu Grunde liegt, weist  $D^1$  bereits alle vier Höcker auf <sup>1)</sup>, welche aber in Bezug auf ihre relative Grösse das definitive Verhalten noch nicht erreicht haben.

Der im Grundriss ein ungleichseitiges Viereck darstellende Dentinkeim zerfällt in zwei deutlich abgesetzte, hinter einander liegende Höckerpaare. Von diesen vier Höckern ist der Paraconus weitaus der grösste und zugleich höchste, und hinsichtlich seiner Gewebsbeschaffenheit am weitesten vorgeschritten. Hinsichtlich der Anordnung der einzelnen Coni ist auf Fig. 6 g zu verweisen, aus welcher die jochähnliche Zusammengruppirung von Paraconus nebst Paraconulus mit dem Protoconus einerseits, sowie des Meta — mit dem Hypoconus andererseits sich ergibt. Die Frontal-Achsen der so gebildeten Hügelpaare convergiren medianwärts stärker als das beim bereits durchgebrochenen  $D^1$  der Fall ist. Die längsten Seiten der Dentinkeimbasis sind die laterale und die vordere, welche unter einem spitzen Winkel an einander stossen (Fig. 6 g).

Hinsichtlich der Formverhältnisse und der Verticaldimensionen der einzelnen Coni macht sich ein erheblicher Unterschied bemerkbar, welcher gleichfalls einen Rückschluss auf die Zeitfolge ihres Auftretens gestattet. Während der etwa 0.9 mm hohe Paraconus mehr als die doppelte Höhe des Meta- und Protoconus zeigt, erreicht der kegelförmige Hypoconus nur die Höhe von etwa 0.1 mm.

Mit dem Basalantheil des Paraconus erscheinen verschmolzen ein Ectoconulus, der an seinem vorderen und lateralen Umfange sich erhebt, sowie ein Paraconulus, der in der Richtung zum Protoconus gelegen ist. Die Spitzen der genannten Nebenhöcker stehen von der Oberfläche des Paraconus weit ab.

Mit Ausnahme des Paraconus zeigen die einzelnen Höcker die Form von Kegeln, welche an den einander zugekehrten Abhängen ihrer Basalzonen bereits die ersten Andeutungen von Furchenbildung aufweisen. Der Basalsaum, die Mittelwarze, sowie die zwischen den Haupthügeln befindlichen Randwarzen sind noch nicht angelegt.

Die Dimensionen der Anlage für  $D^1$  anlangend wäre zu erwähnen, dass der betreffende Dentinkeim in frühen Embryonalstadien im Volumen erheblich hinter der Zahnanlage für  $D^2$  zurückbleibt. Da bekanntlich  $D^1$  den grössten Zahn der bereits durchgebrochenen oberen Milchpraemolarreihe darstellt, findet seine Volumenzunahme vorzugsweise in der zweiten Hälfte der Embryonalzeit statt.

$D^2$  des zuerst erwähnten Stadiums besteht aus zwei seitlich comprimierten, in der Sagittalrichtung an einander gereihten Hügeln, von welchen der vordere dem Paraconus, und der hintere dem Metaconus entspricht. Der Paraconus ist länger und beträchtlich höher als der noch kaum isolirte Metaconus. Gestützt auf die Analogie der Entwicklung der nämlichen Zahnanlage der übrigen Ungulaten und auf das Verhalten von  $D^1$  darf mit genügender Berechtigung angenommen werden, dass auch  $D^2$  auf noch früherer Entwicklungsstufe nur durch den Paraconus repräsentirt wird.

$D^2$  desselben Kiefors, aus welchem  $D^1$  in Fig. 6 abgebildet worden ist, hat bereits einen im Allgemeinen mit dem ausgebildeten Zahn übereinstimmenden, dreihöckerigen Bau. Die einzelnen Coni sind noch einfacher gestaltet, und der mediale

1) Nach Analogie mit später zu erwähnenden Erfahrungen ist zu schliessen, dass in den nicht beobachteten Zwischenstadien nach dem Paraconus zuerst der Metaconus, sodann der Protoconus und schliesslich der Hypoconus aufgetreten sind.

Basalsaum, sowie der niedrige accessorische Vorsprung am vorderen Ende des Paraconus fehlen noch vollkommen.

Gewöhnlich am weitesten differenziert ist der Paraconus, welcher eine deutliche Dentinschicht erkennen lässt. Seine Form ist dreiseitig pyramidal mit einer scharfen vorderen und zwei hinteren, infolge der Verschmelzung mit niedrigen accessorischen Kegeln weit vorspringenden Kanten. Der Meta- und Hypoconus sind an ihren einander zugewandten Abhängen ausgesprochen cannelirt. Der Hypoconus isolirt sich in der Richtung zur Spitze hin in zwei ungleiche, sagittal liegende Kegel, von welchen der hintere, zugleich kleinere seinerseits einen kleinen medialen Nebenkegel ausbildet.

Hinsichtlich der mandibularen D-Reihe habe ich mich auf die Untersuchung von  $D_1$  beschränkt, da bekanntlich dieser Zahn wegen seines complicirten Baues <sup>1)</sup> weit aus das meiste Interesse beansprucht; die Wahl der Schnitttrichtung ist daher durch die Lagerungsverhältnisse von  $D_1$  bedingt gewesen. Die in den Fig. 22 bis 24 wiedergegebenen Befunde aus drei Entwicklungsstufen veranschaulichen die Hauptphasen der Ausbildung des in Rede stehenden Zahnes.

Im Stadium der Fig. 22 besteht der Dentinkeim für das untere  $D_1$  fast nur aus einem niedrigen, seitlich comprimierten Kegel von elliptischem Querschnitt. Dieser Kegel entspricht dem Protoconid, dessen Basis mit den ersten Andeutungen des späteren Para- und Hypoconid zusammenhängt (Fig. 226).

In dem Stadium der Fig. 23 erscheinen ausser dem Protoconid noch die unzweifelhaften Anlagen für das Para-, Meta- und Hypoconid. Das Protoconid ist das höchste aller Conide (es ist etwa 0.4 mm hoch) und hat etwa die Form einer vierseitigen Pyramide von fast rechteckigem, sagittalliegenden Querschnitt. Seine mediale Seitenfläche ist annähernd plan und von scharfen Kanten begrenzt, während die Aussenkanten mehr abgerundet sind (Fig. 23 d u. b).

Medial vom Protoconid und etwas hinter demselben liegt das niedrigere Metaconid. Dasselbe bildet gleichfalls eine unregelmässig-vierseitige Pyramide, deren Lateralfäche parallel zur Medialfläche des Protoconid gelagert ist. Die von Proto- und Metaconid eingeschlossene seichte Vordermarke, deren Boden in Fig. 23 d vorliegt, öffnet sich zunächst nach vorn (Fig. 23 c). Die langgestreckte elliptische Basis des Dentinkeims (Fig. 23 f) lässt, von leichten Einziehungen des Aussencontours abgesehen, keinerlei Abgrenzungen der einzelnen Conide erkennen. Von dieser Basis aus erheben sich, ihren Zusammenhang mit dem mittleren Zahnantheil allmählig aufgebend, und weder Andeutungen von Nebengipfeln noch Anzeichen von Einschnürungen zeigend, das Para- und Hypoconid zu annähernd gleichem Horizontalniveau, ohne indess isolirte, vom Schmelzorgan ringsum umgebene Spitzen zu entwickeln (Fig. 23 e—a).

Die älteste, in Fig. 24 wiedergegebene Zahnanlage für  $D_1$  hat im Allgemeinen mit dem bereits in Function getretenen Milchzahn übereinstimmende Formverhältnisse, und besteht im Wesentlichen aus drei zum Theil durch accessorische Nebenhöcker noch verstärkten Höckerpaaren, die aus einer einheitlichen Basis sich erheben, und denen sich noch ein Talonhöcker angeschlossen hat.

1) Betreffs des Nachweises, dass in  $D_1$  der Paarhufer ein Zahn vom Typus eines vorderen Unterkiefermolars vorliegt, dem ein vorderes Höcker-, resp. Lobenpaar hinzugefügt worden, cf. bes. Rüttimeyer (Beiträge zu einer natürlichen Geschichte der Hirsche. Th. II. Abh. d. schweiz. pal. Gesellsch. X. Zürich 1883. S. 7 u. passim). Die ältere unzutreffende Ansicht, wonach  $D_1$  mit  $M_1$  übereinstimmt, findet sich noch bei Martin in der von ihm herausgegebenen neuen Auflage des Frank'schen Handbuchs der Anatomie der Haustiere (Lief. 3. Stuttgart 1891. S. 334, 336).

Histologisch in der Entwicklung am weitesten fortgeschritten ist das Protoconid, dessen Dentinkeim bereits eine deutliche Dentinschicht erkennen lässt. Sowohl das Protoconid wie auch das Metaconid bilden unregelmässige, vierseitige Pyramiden, welche in eine kegelförmige Spitze auslaufen. Die laterale Seitenfläche des Protoconid ist convex; die übrigen sind mehr oder weniger ausgekehlt (Fig. 24 a u. b). Mit der medialen Vorderkante des Protoconid ist ein an seiner Basis auch mit dem Lateralantheil des Paraconid zusammenhängender, säulenförmiger Zwischenhöcker verschmolzen, der schliesslich (Fig. 24 b) in eine freie Spitze ausläuft. In ähnlicher Weise wird die hintere Lateralkante des etwas niedrigeren Metaconid durch einen gleichgeformten, etwas stärkeren Zwischenhöcker complicirt, der gleichfalls in eine freie Spitze ausläuft. Das Metaconid liegt nicht völlig an der Medialseite des Protoconid, sondern bleibt etwas zurück. Seine laterale und mediale Fläche ist convex, wogegen die vordere und hintere concav erscheint.

In Betreff der Vordermarke kann wohl auf die Fig. 24 d u. e verwiesen werden.

Das Paraconid hat sich bereits in zwei, das vordere Höckerpaar bildende Kegel differenzirt. Dem an der Basis eckigen, konisch auslaufenden lateralen Antheil des Paraconid ist nach rück- und medianwärts ein unbedeutender accessorischer Pfeiler angelagert (Fig. 24 e—c). In derselben Weise wird auch der seitlich comprimirte hügelartige mediale Antheil des Paraconid durch Verschmelzung mit einem accessorischen Kegel an seinem vorderen Ende verstärkt.

Sowohl das Hypoconid wie auch das etwas niedrigere und schwächere Entoconid bilden der Pyramidenform sich nähernde Kegel. Hinter dem Hypo- und Entoconid liegt ein niedriger, kegelförmiger Talonhöcker (Fig. 24 b).

Sowohl der Talonhöcker wie auch die beiden Conide des letzten Zahndrittels bilden an der Zahnbasis eine einheitliche Masse; die Isolirung beginnt zunächst am vorderen Umfange ihres Dentinkeims (24 c). Der Talonhöcker zeigt eine engere Zugehörigkeit zum Hypoconid.

Die wesentlichsten Unterschiede zwischen dem soeben skizzirten Stadium und einem bereits durchgebrochenen D<sub>1</sub> bestehen in abweichenden Breitendimensionen (das mittlere Zahndrittel ist noch breiter als das letzte); sodann in der noch fast gänzlich mangelnden Cannelirung.

## B. Selenodonten.

### a. Chamaeodonte Formen.

#### Hyaemoschus.

Aus der Gruppe der besonders durch ungewöhnliche Heterodontie des Gebisses von den übrigen Wiederkäuern sich unterscheidenden, und auch in mancher sonstigen Hinsicht hochconservativen Traguliden <sup>1)</sup> habe ich das Verhalten der embryonalen Dentition an einem männlichen Embryo von *Hyaemoschus aquaticus* untersuchen können.

Von Schmelzorgananlagen für transitorische obere Incisiven habe ich weder bei diesem Object noch bei einem der übrigen von mir untersuchten Wiederkäufer

<sup>1)</sup> cf. Rüttimeyer, Beiträge zu einer natürl. Gesch. der Hirsche. Th. II. Abh. d. schweiz. pal. Gesellsch. Bd. X. Zürich 1883, p. 15—19, 72—77.

Abweichend beurtheilt die betreffenden Verhältnisse auf Grund ganz unzureichenden Materials Boas (Zur Morphologie . . . der Traguliden und über die systematische Stellung letzterer Abtheilung. Morph. Jahrb. XV. Leipzig 1890.)

irgend welche Andeutungen finden können; nicht einmal für  $Id^3$  liess sich etwas nachweisen. Ich habe also das gleiche negative Resultat zu verzeichnen, wie noch neuerdings Mayo<sup>1)</sup> und Schwink<sup>2)</sup>.

Der in Fig. 4 im Querschnitt abgebildete Milchcaninus Cd entwickelt einen verhältnissmässig starken, kegelförmig zugespitzten Dentinkeim, der eine mediale Abflachung zeigt.

Am Dentinkeim von  $D^1$  (Fig. 5) lassen sich mit Sicherheit nur der Para- und Metaconus unterscheiden; zweifelhaft bleibt, ob in dem medialen Vorsprung des Paraconus (Fig. 5 e) die erste Anlage des Protoconus zu erblicken ist, und ob die diffuse Bindegewebsverdichtung, welche den Basaltheil der Zahnanlage in Halbmondform umgiebt (Fig. 5 e und 5 d), zum späteren Basalsaum in Beziehung steht.

Der Paraconus, der weit umfangreicher ist als der sehr niedrige Metaconus, mit dem er an seiner Basis völlig verschmolzen erscheint, kann in seinem freien Antheil eher mit einer Pyramide als mit einem Kegel verglichen werden.

Der Dentinkeim für  $D^2$  (Fig. 11) erreicht in sagittaler Richtung annähernd die zweifache Länge der  $D^1$ -Anlage, und ist gleichfalls zweihöckrig. Auf Grund später mitzutheilender Erfahrungen lässt sich der Schluss ziehen, dass der grössere und geweblich mehr differenzirte Paraconus zuerst angelegt worden ist. Der Paraconus, der nahezu die Mitte der Zahnanlage einnimmt (Fig. 11 a), hat die Form einer unregelmässigen, vierseitigen Pyramide, während der Metaconus annähernd einen Kegel darstellt. Vor dem Paraconus erhebt sich noch die Anlage des accessorischen Höckers, der die langgestreckte Form des betreffenden Hyaemoschuszahnes bedingt.

Eine Anlage für den Hypoconus ist nicht mit Sicherheit nachzuweisen (Fig. 11 c), denn sonst müsste eine solche auch für den Protoconus zugestanden werden, der bekanntlich bei Hyaemoschus überhaupt nicht zur Ausbildung gelangt.

Die Anlage des unteren  $D_1$  von Hyaemoschus (Fig. 25) zeigt mancherlei Uebereinstimmung mit der in Fig. 23 abgebildeten Entwicklungsstufe desselben Zahnes beim Schwein.

In Bezug auf die Form ist die relativ niedrige Zahnkrone weit eher bunodont als selenodont zu nennen; sie zerfällt, wie in den entsprechenden Embryonalstadien vom Schwein, in vier seitlich abgeflachte Hügel, von denen das Protoconid die grössten Dimensionen aufweist (vgl. Fig. 25 c mit Fig. 23 c). Die Dreitheiligkeit der Zahnanlage ist schon ausgesprochen, aber noch bildet der vorderste und letzte Zahntheil einen einfachen comprimierten Hügel. An der Dentinkeimbasis stellen alle vier Zahnelemente eine einheitliche Bindegewebsmasse dar.

Eine Abweichung vom Verhalten der homologen Zahnanlage des Schweines liegt in der Lagerungsbeziehung des Metaconid zum Protoconid; bei Hyaemoschus ist das Metaconid in Bezug auf das Protoconid schon mehr nach vorn gerückt, während dasselbe beim Schwein noch etwas hinter dem Protoconid zurückbleibt, also ein primitiveres Verhalten zeigt (Vgl. Fig. 25 d mit Fig. 23 c und Fig. 24 b).

### Das Elen.

Für die Untersuchung der embryonalen Dentition des Elen haben mir nur einige Objecte aus mittleren und älteren Entwicklungsstadien vorgelegen. Von einer Anlage

1) F. Mayo, The superior incisors and canine teeth of sheep. Bull. Mus. comp. Zool. Harvard Coll. XIII 9. Cambridge 1888. S. 252, 253.

2) F. Schwink, Ueber den Zwischenkiefer und seine Nachbarorgane bei Säugethieren. München 1888. S. 25—28, 34—37.

für einen transitorischen oberen Milchcaninus habe ich nichts nachweisen können; hinsichtlich der oberen Milchpraemolaren beschränke ich mich auf Mittheilungen über  $D^1$  und  $D^2$ , die bekanntlich durch ihren complicirten Bau (sie haben vollen Molarinhalt erlangt) das Interesse zunächst in Anspruch nehmen.

Die jüngste von mir beobachtete Anlage für  $D^1$  (Fig. 7) repräsentirt bereits einen dreigipfligen Dentinkeim. Den weitaus bedeutendsten Zahnantheil bildet der Paraconus, welcher durch Ausbildung einer breiten vorderen und einer schwächeren hinteren Kante eine ausgesprochene Annäherung an seine definitive Form zeigt (Fig. 7a), wogegen der hinten ihm anliegende niedrige Metaconus noch nahezu Kegelform besitzt; die am durchgebrochenen Zahn ausgesprochene Coulissenstellung ist namentlich gegen die Basis hin kaum angedeutet. Der in tieferen Niveau's umfangreiche, kegelförmige Protoconus ist mit dem Paraconus in verticaler Richtung bis auf einen wenig isolirten Grat innig verschmolzen (Fig. 7 d—b). Dieser Grat zieht sich, allmähig niedriger werdend, der Aussenwand annähernd parallel nach rück- und medianwärts. Hinsichtlich der Höhendifferenz der einzelnen Coni wäre zu erwähnen, dass der Paraconus von dem Niveau ab, wo er sich vom Metaconus isolirt, bis zur Spitze eine Höhe von ca. 1.5 mm hat, wogegen der Metaconus von demselben Niveau an gerechnet nur etwa 0.5 mm hoch ist.

Bei einem etwas älteren Embryo hat die Anlage für  $D^1$  bereits eine viergipflige Krone, da sich noch ein niedriger, wenig isolirter Hypoconus zwischen dem Meta- und Protoconus ausgebildet hat.

Die Anlage von  $D^2$  des jüngeren Stadiums (Fig. 12) besitzt schon den vollen Molarinhalt, die einzelnen Coni verhalten sich aber hinsichtlich der Grösse und Ausbildung recht verschieden. Als offenbar zuerst angelegtes Gebilde des Zahnkörpers prävalirt der Paraconus in Bezug auf Grösse und Formausbildung noch stärker als es in entsprechenden Stadien bei anderen von mir untersuchten Ungulaten der Fall ist; von den drei übrigen Zahnelementen hat der Hypoconus die ursprüngliche Kegelform noch am meisten bewahrt.

Der Paraconus hat bereits nahezu definitive Formen erlangt. Seine vordere Kante ist im Vergleich zur hinteren stärker, und biegt sich in tieferen Basalzonen flügelartig nach aussen um (Fig. 12 i). Näher zum hinteren Rande verläuft auf der lateralen Fläche des Paraconus eine stark vorspringende, nach vorn noch nicht überhängende Mittelkante. Wegen des bedeutenden Volumens, das der Paraconus besitzt, übertrifft die Vorderhälfte des Zahnes die hintere in sagittaler Richtung bei Weitem. Wiewohl eine solche Differenz bezüglich der Sagittalausdehnung der beiden Zahnantheile auch noch am functionirenden Milchzahn besteht, ist sie doch viel geringer als im vorliegenden Stadium.

Der niedrigere Metaconus hat in seinem freien Antheil annähernd die Form einer dreiseitigen Pyramide, welche in der Nähe der Spitze stark seitlich abgeflacht erscheint (Fig. 12 f—a).

Die niedrigsten und kleinsten Zahnelemente sind die beiden offenbar zuletzt angelegten medialen Coni, welche mit ihren beträchtlich von einander entfernten Spitzen ein gleiches Horizontalniveau erreichen (Fig. 12 c). Beide sind bis zu einem Niveau, wo die Aussenconi schon isolirt sind, mit einander derart innig verschmolzen, dass eine mediale Zahnfurche nicht gebildet werden kann (Fig. 12g). Der in tieferen Basalzonen dreiseitige Hypoconus isolirt sich früher vom Metaconus als vom Protoconus (Fig. 12 g—e).

Der Protoconus ist ein langgestreckter, seitlich comprimierter Hügel, der basal mit dem Paraconus derart verbunden ist, dass die Vordermarke noch vor der Erlangung eines vorderen Abschlusses in zwei, mit einander nicht communicirende Abschnitte getheilt wird (Fig. 12 h, i). Betreffs der Markenbildung ist aus der Fig. 12 f—k ausserdem noch ersichtlich, dass die Hintermarke einen Abschluss gegen die Vordermarke überhaupt nicht erhält (vgl. Fig. 12 h mit Fig. 17 h).

D<sup>2</sup> des bereits erwähnten, etwas älteren Stadiums charakterisirt sich durch stärkere Ausprägung der Kanten aller Coni. Weit vorspringend und bereits nach vorn überhängend ist die äussere Mittelkante des Paraconus.

Bezüglich der relativen Grössenverhältnisse beider Zahnanlagen wäre zu bemerken, dass auch beim Elen der Dentinkeim für D<sup>2</sup> die Anlage von D<sup>1</sup> in sagittaler Richtung erheblich übertrifft, wogegen die Breite der beiden Zahnanlagen nahezu die gleiche ist. Da beim Elen in der bereits functionirenden Milchzahnreihe D<sup>1</sup> das grösste Volumen hat, muss die Wachstumsenergie von D<sup>1</sup> in späteren Stadien eine recht bedeutende sein.

Von den Zahnanlagen im Unterkiefer war in erster Linie D<sub>1</sub>, als weitaus complicirtester Zahn der D-Reihe, zu berücksichtigen; die Unterkiefer zweier Embryonen sind deshalb auf D<sub>1</sub> hin mikrotomirt worden, wogegen in dem der Fig. 20 zu Grunde liegenden Object die Schnittrichtung ausschliesslich durch die Lagerung von M<sub>1</sub> bestimmt wurde.

In dem Stadium der Fig. 27 bildet der Dentinkeim für D<sub>1</sub> einen dreitheiligen, sechslobigen Zahn, der alle wesentlichen Elemente des jugendlichen Keimzahnes bis auf die Basalsäule aufzuweisen hat, obgleich hinsichtlich der Form- und Lagerungsverhältnisse der einzelnen Zahnbestandtheile noch manche Abweichungen bestehen.

Das im Allgemeinen im Querschnitt halbmondförmige Protoconid entwickelt bereits eine ziemlich ausgesprochene Aussenkante, wodurch die Aussenfläche in einen nach vorn und lateralwärts gerichteten vorderen, und einen mehr frontal gelagerten hinteren Abschnitt sich differenzirt. Hierdurch wird selbst in tiefen Basalniveau's die Orientirung gesichert (Fig. 27 h).

Das Metaconid bildet einen langgestreckten compressen Hügel, der durch seine fast sagittale Lagerungsrichtung, sowie durch die wenig ausgebildete vordere Randfalte vom späteren Verhalten abweicht (vgl. Fig. 27a mit Fig. 29).

Das Paraconid ist bereits zweigipflig. Am vorderen Zahnrande bleiben beide Antheile am längsten mit einander verbunden (Fig. 27 b). Der Medialantheil des Paraconid ist höher und umfangreicher als der laterale.

Hinsichtlich des letzten Zahnantheils wäre zu bemerken, dass derselbe sich bereits in zwei basal und am hinteren Zahnrande inniger zusammenhängende Conide differenzirt hat, von welchen das seitlich abgeflachte Entoconid viel grösser als das etwa einer dreiseitigen Pyramide vergleichbare Hypoconid ist. Ihre freien Spitzen divergiren stärker als die Antheile des Paraconids (Fig. 27 a). In Bezug auf das Volumen steht das Hypoconid hinter dem Protoconid weit zurück (cf. Fig. 27 d mit Fig. 30).

Die Anlage für die Basalsäule in der lateralen Furche zwischen dem Proto- und Hypoconid erscheint als wulstartige Vorwölbung aus dem Bereich des Hypoconid (Fig. 27 h; cf. auch Fig. 28 o). In den Objecten Fig. 29 bis 31 scheint sie durchweg dem Bereich des Protoconid anzugehören.

Hinsichtlich der Markenbildung bestehen noch auffällige Verschiedenheiten im

Vergleich mit späteren Stadien. Bei der Abtragung eines Zahnes von der Form der Fig. 27 würde die Vordermarke zunächst von rückwärts aus durch Zusammenfließen des Hinterhorns vom Protoconid mit dem Metaconid abgeschlossen werden und in noch tieferem Niveau ihr Hinterhorn vollkommen einbüßen (Fig. 27 c—e).

Bei fortgesetzter Abtragung würde sie endlich auch vorn abgeschlossen werden, indem das Vorderhorn des Protoconids mit einem lateralwärts gerichteten Vorsprung des Metaconid zusammenfließt (Fig. 27 f und g). Bei der factisch stattfindenden fortschreitenden Abtragung des bereits functionirenden Zahnes bleibt dagegen der hintere Abschluss der Vordermarke ebenso aus, wie ihre Isolirung von der accessorischen (Fig. 29—31). Dafür wird bei tiefer Abtragung die Vordermarke durch Confluenz der mittleren Antheile des Proto- und Metaconid unterbrochen (Fig. 31). Die hierfür erforderlichen Umformungen der Zahnbestandtheile müssen relativ bald eintreten, da das Stadium der Fig. 28 dieselben nahezu vollzogen zeigt (Fig. 28 a—c).

Für die kurze, fast rein sagittal gerichtete und in tieferen Niveaus rasch sich verkürzende Hintermarke kommt es überhaupt nicht zu einem vorderen Abschluss (Fig. 27 c—f.) Bei älteren Stadien bleibt an der in Rede stehenden Marke auch der Abschluss nach rückwärts aus; beide Hörner der halbmondförmig gekrümmten Hintermarke bleiben mithin offen (Fig. 29—31, vgl. auch Fig. 28 a—c). Die accessorische Marke, deren vorderer Abschluss schon bald nach Beginn der Abrasion stattfindet (Fig. 27 a und b), ist in tieferen Niveaus erheblich verengt und fast lateral geöffnet (Fig. 27 e). Beim tief abgetragenen functionirenden Zahn erleidet sie eine Unterbrechung (Fig. 31).

Aus dem früher erwähnten, etwas älteren Stadium ist ein relativ hochgelegener Schnitt in Fig. 26 abgebildet worden; aus demselben kann die Kegelform der beiden Paraconidantheile gefolgert werden, die mithin noch weniger differenzirt sind, als in Fig. 27.

Das älteste Embryonalstadium für  $D_1$  (Fig. 28) des Elen nähert sich, wie bereits zum Theil erwähnt, im allgemeinen Gepräge trotz der plumpen Form und ungleichen Differenzirung der einzelnen Conide erheblich den Formverhältnissen des functionirenden Zahnes. Für dasselbe hat mir nur ein isolirter, durch einen Schnitt getheilter Zahnkeim zur Verfügung gestanden, so dass eine lückenlose Schnittserie nicht zu erlangen war. Die Zahnhöhe ist noch relativ gering und das Relief der Innenfläche wegen schwach entwickelter Randfalten verhältnissmässig einfach. Während beim völlig ausgebildeten Milchzahn die Randfalten der beiden inneren Conide das Niveau der mittleren Antheile mediauwärts überragen, bleiben dieselben im embryonalen  $D_1$  der Fig. 28 hinter demselben noch zurück. Protoconid und Hypoconid haben ihre Hörner noch nicht so ausgebildet, wie später.

Das Hinterhorn des Protoconid ist der Vorderkante des Entoconid schon sehr nah gerückt (Fig. 28 a—c); im functionirenden Zahn erscheinen Protoconid und Entoconid schon bei geringen Graden der Usur continuirlich mit einander zusammenhängend (Fig. 29, 30).

Das hintere Zahndrittel ist noch erheblich schmaler als das mittlere (Fig. 28 a—f), während in den Stadien der Fig. 29—31 der Zahn seine grösste Breite im letzten Zahndrittel hat.

Hinsichtlich der Marken wäre nur noch hinzuzufügen, dass die Vordermarke tiefer herabreicht als die accessorische und dass die Hintermarke auch nach vorn

einen Abschluss erlangt, indem sich das Vorderhorn des Hypoconid mit einem Vorsprung des Protoconid vereinigt (Fig. 28 d).

Der Basalwulst springt bereits leistenförmig vor und fließt noch tiefer zur Zahnbasis hin mit der Rückwand des Protoconid zusammen (Fig. 28 e und f), wodurch ein Theil der hinteren Aussenfurche des Zahnkörpers abgeschlossen wird.

Betreffs der unteren Molaren des Elen gestattet mir mein Material nur einige Angaben über die Entwicklung von  $M_1$ .  $M_1$  (Fig. 20) aus einem etwa gleichalten Embryonalstadium wie dasjenige der Fig. 28 ist ein plumper, dreigipfliger und basal sich verjüngender Zahnkeim, an dessen vorderen, in die isolirten Elemente- Proto- und Metaconid- auslaufenden Antheil sich nach rückwärts ein Dentinkeimantheil anschliesst, der nur die Anlage des Hypoconid zu repräsentiren scheint (Fig. 20 a und b). Das vorwiegend im Hinterhorn ausgebildete Protoconid zeigt bereits ausgesprochene Halbmondform, während das Metaconid einen etwas niedrigeren, seitlich comprimierten Kegel darstellt.

Der Dentinkeim für alle drei Conide bildet an der Basis der Zahnanlage eine einheitliche Masse von nahezu kreisförmigem Querschnitt, die in der Richtung zu den Spitzen hin durch eine am Vorderrande allmähig immer tiefer einschneidende Furche in die Anlagen von Proto- und Metaconid geschieden wird (Fig. 20 d—a). Hieraus folgt, dass die Vordermarke in ihrer ganzen Verticalausdehnung vorn offen bleibt, mithin sich so verhält, wie die Vordermarke von  $D_1$  in mittleren Usurgraden des Stadiums der Fig. 27 (Vgl. 20 b mit 27 c, d). Beim bereits durchbrechenden  $M_1$  des Elen besteht ein vorderer Abschluss der Vordermarke fast von vornherein, und nach rückwärts bleibt sie ebenso geöffnet, wie beim functionirenden  $D_1$ .

### Das Reh.

Vom Reh habe ich mehrere Embryonen aus einem ziemlich späten Entwicklungsstadium untersuchen können. Das obere Milchprämolargebiss zeigt bereits das definitive Verhalten, die Coni sowohl von  $D^1$  (Länge der Aussenwand 5 mm.) wie auch von  $D^2$  (Länge der Aussenwand 7 mm.) sind aber noch plumper und breiter und ihre Kanten weniger vorspringend als beim schon functionirenden Zahn. Der Hypoconus von  $D^1$  und der Protoconus von  $D^2$  sind hinsichtlich der Form und Grösse am wenigsten ausgebildet, und gestatten die Annahme, dass auch beim Reh dieselben in analoger Weise wie bei den übrigen Paarhufern zuletzt aufgetreten sind.

$M^1$  dieses Stadiums zerfällt in 4 Gipfel, von denen der Paraconus, der bereits eine deutliche Dentinschicht besitzt, eine vordere, eine hintere sowie eine Aussenkante entwickelt, während die übrigen Coni sich von der Kegelform noch nicht weit entfernt haben.

Vom Metaconus, mit dem er eine nahezu frontalgerichtete Aussenwand (Länge derselben 1 mm.) bildet, isolirt sich der Paraconus schon in der Nähe der Zahnbasis. Hypo- und Protoconus sind relativ niedrig und bis auf die Spitzen mit einander und den übrigen Coni verschmolzen.

Ein Vergleich des in Fig. 32 wiedergegebenen embryonalen  $D_1$  dieses Stadiums mit analogen Stadien des Elen ergibt, dass die Zahnanlagen beider Hirschformen im Wesentlichen in demselben Grade übereinstimmen wie ihr definitives Gebiss. In Bezug auf den Entwicklungsgrad fällt  $D_1$  der Fig. 32 zwischen die Stadien der Fig. 27 und 28.  $D^1$  des Rehs ist im Allgemeinen schlanker als beim

Elen. Die einzelnen Conide sind unter sich gleichförmiger und in ihren mittleren Antheilen kantiger als beim Elen. Die Grenzfalten der medialen Conide sind gleichartiger und weniger vorspringend, weshalb die Coulissenstellung gering ist. Das Protoconid ist auch hier der umfangreichste Zahnbestandtheil; der gegen das Hypoconid gerichtete Antheil seiner Aussenfläche liegt nahezu frontal (Fig. 32). Die in Abweichung vom späteren Verhalten schon in mittleren Graden der Usur hinten geschlossene Vordermarke wird nicht unterbrochen; ihr vorderer Abschluss, sowie ihre Isolirung von der sagittal verlaufenden, hinten tief herabreichenden accessorischen Marke erfolgt erst an der Zahnbasis (Fig. 32 c, f und g).

Der hintere seichte Ausgang der Hintermarke würde schon nach geringer Abrasion verlegt werden, während der vordere Abschluss derselben erst nach sehr tiefer Abkautung erfolgen kann (Fig. 32 a—g).

Die Basalsäule ist relativ stark entwickelt und verhält sich ähnlich wie das gleichnamige Gebilde beim Elen in einem älteren Stadium (Fig. 28 e und f).

Das untere  $M_1$  (Fig. 21) aus einem anderen Object desselben Entwicklungsstadiums zeigt höher differenzirte Formen als die im Zahn der Fig. 20 vorliegenden. Wiewohl auch hier noch die Zahnanlage einen weniger umfangreichen, weit niedrigeren hinteren Antheil aufweist, so ist schon dessen Differenzirung in die beiden noch relativ niedrigen, kegelförmigen Conide bereits eingetreten (Fig. 21 a). Der weit grössere vordere Antheil des Zahnkeims zerfällt in ein halbmondförmig gekrümmtes, höheres und bereits Dentin aufweisendes Protoconid, sowie in ein seitlich abgeflachtes, hügelartiges Metaconid. Beide umschliessen eine in mittleren Graden der Abtragung vorn offene, tiefer sich schliessende Vordermarke (vgl. Fig. 21 d und g mit 32 d und g). Die Spitzen der am Rückrande der Zahnanlage bis hoch hinauf mit einander verbundenen Conide des letzten Paares liegen in beträchtlicher Entfernung von einander. Die sehr kurze Hintermarke würde daher ihren hinteren Abschluss schon nach geringer Abkautung finden, während der vordere überhaupt nicht erfolgt (Fig. 21 b—d).

## b. Hypselodonte Formen.

### Das Schaf.

Für das hochdifferenzirte Gebiss des Schafes, das bekanntlich relativ höhere Zahnprismen besitzt als das Rind, standen mir die meisten Stadien zur Verfügung, weshalb ich die Erörterung der Befunde beim Schaf vorausschicke. Bezüglich der Schmelzorgananlagen für die oberen transitorischen Caninen des Schafes ist zu bemerken, dass in Uebereinstimmung mit den Angaben bei Mayo und Schwink in jüngeren Stadien dieselben sich nachweisen lassen. In einem relativ frühen Stadium, aus welchem ein Flächenschnitt der Zwischenkieferregion in Fig. 8 abgebildet worden ist, zeigt sich die Anlage für den oberen Milchcaninus als eine zwischen dem Ober- und Zwischenkiefer liegende, mit der Schmelzleiste continuirlich zusammenhängende kolbenförmige Epithelwucherung. In einem etwas älteren Stadium hat der Umfang der Schmelzorgananlage noch etwas zugenommen; eine Anlage für den Dentinkeim war nicht vorhanden. In noch späteren Stadien wurde jede Andeutung vermisst.

Für die Anlage von  $D^1$  zeigt das jüngste von mir beobachtete Stadium den einfachen kegelförmigen, seitlich etwas comprimierten Dentinkeim des Paraconus.

Später entsteht hinter dem Paraconus ein ähnlich geformter, aber nicht so hoher Metaconus, der grösstentheils mit dem ersteren verbunden erscheint (Fig. 9 f—c). Die Spitzen beider Coni divergiren beträchtlich, wobei der durch Ausbildung stumpfer Kanten am vorderen und hinteren Abhang charakterisirte Paraconus sich um etwa 0,5 mm über den isolirten, ca. 0,1 mm hohen Kegel des freien Metaconusantheils erhebt. In einem noch etwas älteren Stadium kommt zu den bereits erwähnten Zahnbestandtheilen noch die zunächst sehr unbedeutende Anlage für den Protoconus hinzu. Der Protoconus ist anfangs ein ausserordentlich niedriger Kegel und an seiner Basis vom Paraconus nicht abtrennbar. Wahrscheinlich ist derselbe als Sprossbildung des Paraconus aufzufassen, wofür die Befunde auf den Schnitten 9 e u. 9 f Anhaltspunkte gewähren. Es würde mithin der gleiche Vorgang statthaben, wie bei der Bildung von später isolirten Basalsäulen aus leichten Basalanschwellungen der betreffenden Conide.

Das älteste zur Untersuchung gekommene Embryonalstadium, aus welchem das mandibulare D<sub>1</sub> in Fig. 33 abgebildet worden ist, weicht im Bau der oberen Milchpraemolaren nur wenig vom Verhalten ab, welches das schon in Function getretene Milchgebiss zeigt. D<sup>1</sup> wie D<sup>2</sup> sind in hohem Grade prismatisch und haben fast den definitiven Ausbildungsgrad ihrer einzelnen Elemente erlangt. Bemerkenswerth ist der noch auffallend grosse Unterschied in den Sagittaldimensionen. Die Aussenwand von D<sup>1</sup> hat eine Länge von 5 mm, während diejenige von D<sup>2</sup> 9 mm erreicht; nach Durchbruch der Milchzähne ist bekanntlich D<sup>1</sup> der längere Zahn.

D<sup>1</sup> repräsentirt einen nach hinten allmählig abfallenden und keilförmig sich zuspitzenden Zahnkeim, von dessen vier Coni der Paraconus sowohl hinsichtlich der Grösse und Ausbildung, wie auch der Gewebsbeschaffenheit nach am weitesten differenzirt ist. Die geringste Grösse und Ausbildungsstufe zeigt der zuletzt aufgetretene Hypoconus. Die Isolirung der einzelnen Coni erfolgt in derselben Art, wie beim in Function getretenen Milchzahn.

Für die Markenbildung würde gelten, dass schon bei geringer Usur die Vordermarke in Folge der Vereinigung des Vorderhorns vom Protoconus mit der Vorderkante des Paraconus einen Abschluss nach vorn erhält. Etwa gleichzeitig erfolgt auch der vordere Abschluss der Hintermarke, indem sich das getheilte Vorderhorn des Hypoconus mit einer weit vorspringenden Kante des Paraconus vereinigt. In weiteren Graden der Abkauung wird zunächst der hintere Ausgang der Hintermarke verlegt und noch tiefer findet auch die Vordermarke durch Vereinigung des lateralen Antheils vom Hinterhorn des Protoconus mit dem Hypo- und Paraconus ihren Abschluss nach rückwärts. Zwischen dem Hinterhorn des Protoconus und dem Hypoconus erhält sich eine tief eindringende Einbuchtung.

Was D<sup>2</sup> betrifft, so zeigt die jüngste von mir beobachtete Anlage (Fig. 13) bereits einen aus dem Para- und Metaconus bestehenden Dentinkeim. Aus dem Grade ihrer Differenzirung lässt sich schliessen, dass der Paraconus zuerst aufgetreten ist.

Der in seinem freien Antheil leicht abgeflachte, kegelförmige Metaconus hat bereits die halbe Höhe des etwa 0,5 mm hohen, seitlich stark comprimierten Paraconus erlangt. Tief an der Basis sind beide Coni völlig mit einander verschmolzen (Fig. 13g). Ein medianwärts und nach vorn gerichteter Vorsprung an der Basis des Metaconus (Fig. 13 f und e) repräsentirt wahrscheinlich die spätere Anlage des Hypoconus, der sodann als Dependenz des Metaconus anzusehen wäre.

In dem späteren Entwicklungsstadium, das in Fig. 14 abgebildet ist, und zu dem D<sup>1</sup> in Fig. 9 gehört, steht D<sup>2</sup> auf einer höheren Entwicklungsstufe, da zu den zur Aussenwand combinirten lateralen Coni auf der Innenseite des Dentinkeims der niedrige, kegelförmige, an seiner Basis dem Metaconus untrennbar angefügte Hypoconus hinzugekommen ist. Eine Anlage für den Protoconus fehlt noch vollkommen.

Betreffs der Einzelheiten wäre zu bemerken, dass der in tieferem Querschnitt-niveau mit dem Metaconus innig verschmolzene Paraconus zur First hin sich weit isolirt und durch Ausbildung einer vorderen und hinteren stumpfen Kante von der Kegelform beträchtlich abweicht, wogegen der niedrige, weniger voluminöse Metaconus mehr die Kegelform bewahrt, und vorzugsweise eine vordere, weit vorspringende stumpfe Kante entwickelt (Fig. 14 d und c).

Die Coulissenstellung der beiden Coni ist an der Basis kaum vorhanden.

Durch eine basal niedriger werdende Mittelrippe des lateralen Abhanges vom Paraconus, sowie eine in tieferen Zonen seichtere laterale Furche hart am vorderen Rande desselben gewinnt der vordere Antheil der Zahnkrone ein reicheres Relief. Ueber die Grössen- und Lagerungsverhältnisse der einzelnen Coni zu einander geben die Fig. 15 a und b hinreichenden Aufschluss. Fig. 15a zeigt den Aufriss des Paraconus, der durch einen in der Richtung yz in Fig. 14 e geführten Schnitt erhalten worden ist, während Fig. 15 b den Aufriss der beiden anderen Coni (Richtung wx) wiedergiebt. Beide Bilder entstammen einer Schnittserie durch D<sup>2</sup> aus dem anderen Oberkiefer desselben Embryo. Hinsichtlich des Interesses, welches das vorliegende Stadium in phylogenetischer Beziehung besitzt, ist auf die Schlussbemerkungen zu verweisen.

In einem etwas älteren Object, das bereits die Anlage des Protoconus erkennen lässt, ist der Metaconus schon mehr abgeplattet, und nähert sich der Form des Paraconus.

Seine vordere Kante ist ähnlich derjenigen des Paraconus wulstig verdickt und legt sich medial an die hintere Kante des Paraconus, so dass der mittlere Vorsprung der Aussenwand stärker ausgeprägt erscheint. Die Basalantheile des Meta- und Hypoconus sind in weiterer Ausdehnung unter einander verschmolzen, als die lateralen Coni. Dem vorderen Umfange der Hypoconusbasis schliesst sich ein relativ unbedeutender comprimierter Höcker an, der zugleich auch mit dem Paraconus verschmolzen erscheint und offenbar die erste Anlage des Protoconus darstellt.

D<sup>2</sup> des früher erwähnten ältesten Stadiums ist im Vergleich zum bereits functionirenden Zahn weit gestreckter und zierlicher gebaut. Die Länge seiner Aussenwand beträgt, wie schon bemerkt, 9 mm. Der Paraconus hat eine relativ starke Dentinschicht ausgebildet, während der zuletzt aufgetretene Protoconus geweblich weniger ausgebildet erscheint. Hinsichtlich der Einzelheiten, wie Markenbildung etc. machen sich keine wesentlichen Abweichungen vom definitiven Verhalten bemerkbar.

Die Anlage von D<sub>1</sub> im Unterkiefer repräsentirt in frühen Stadien einen plumpen Kegeltahn, das Protoconid. Etwas später wird die Basis dieses Kegels dadurch vergrössert, dass am vorderen und hintern Umfange talonartige Erweiterungen auftreten. Diese ursprünglich wenig umfangreichen basalen Erweiterungen erlangen allmählig einen grösseren Umfang und sind vom Körper des Protoconid mehr oder weniger scharf abgesetzt.

Im Stadium der Fig. 34 repräsentirt D<sub>1</sub> einen dreitheiligen Dentinkeim, dessen seitlich comprimierter, mittlerer Kegel, das Protoconid, die ihm vorn und hinten

talonartig (ohne Ausbildung isolirter Spitzen) angelagerten, plumpen Hügel etwa um 0,25 mm überragt; die hintere Basalerweiterung ist als Hypoconidanlage anzusehen, während die vordere Anlagerung dem Paraconid entspricht.

In dem älteren Stadium der Fig. 35 (dem Embryo der Fig. 9 und 14 angehörend) zeigt die Anlage von  $D_1$  schon alle sechs Elemente des definitiven Formzustandes, welche entsprechend ihrer ungleichzeitigen Anlage verschiedene Entwicklungsgrade aufweisen. Das Proto- und Metaconid sind von bedeutender Stärke und verleihen dem Zahnkörper im mittleren Drittel die grösste Breite. Das zuerst aufgetretene Protoconid ist in der Entwicklung bedeutend vorgeschritten; die annähernd in gleichem Horizontalniveau liegenden Spitzen der äusseren Kegel des vorderen und hinteren Zahndrittels überragt es um etwa 0,5 mm, das Metaconid um ca. 0,25 mm. Statt der früheren Kegelform zeigt das Protoconid bereits einen selenodonten Bau, indem die Querschnitte dieser Anlage schon nahezu Halbmondform besitzen (Fig. 35 c).

Das basal mit dem Protoconid völlig verschmolzene Metaconid repräsentirt einen seitlich comprimierten Kegel, dessen freie Spitze in beträchtlicher Entfernung vom medialen Abhang des Protoconid liegt (Fig. 35 b); das Metaconid ist in Bezug auf das Protoconid zugleich etwas nach vorn gelegen. Vor dem Protoconid erhebt sich das an seiner Basis recht umfangreiche Paraconid (Fig. 35 i), das zur Spitze hin einen medialen Nebengipfel entwickelt (Fig. 35 e u. d), welcher auch geweblich weniger differenzirt ist, als der Hauptgipfel, dem er eng angeschmiegt ist. Hinter dem Protoconid liegt das Hypoconid und medial von letzterem das Entoconid, welche in ihren Basalzonen völlig mit einander und mit dem Protoconid verschmolzen sind und nur in den freien Spitzen divergiren (Fig. 35 h—d). Der freie Kegel des Entoconid ist annähernd 0,1 mm hoch. Aus der Gewebsbeschaffenheit lässt sich der Schluss ziehen, dass sowohl das Entoconid wie auch der mediale Antheil des Paraconid spätere Bildungen sind, als die im Stadium der Fig. 34 aufgetretenen Dentinkeimantheile, und aller Wahrscheinlichkeit nach durch Sprossung aus ihnen sich hervorgebildet haben; Analoges gilt wahrscheinlich auch für das Metaconid. — Bei der Abtragung dieses so gestalteten Zahnes würden wesentlich zwei Marken entstehen, von denen die vordere (Fig. 35 g), die bereits Halbmondform besitzt, durch Confluiren von Proto- und Metaconid entsteht und verhältnissmässig tief ist. Die hintere Marke kommt durch die Vereinigung des Hypoconid mit dem Hinterhorn des Protoconid zu Stande, bleibt nach vorn und medianwärts geöffnet und ist recht seicht (Fig. 35 f u. g). Andeutungen einer accessorischen Marke sind kaum vorhanden (Vergl. Fig. 35 f mit 33 b). In dem ältesten Object sind die Formverhältnisse von  $D_1$  nahezu schon die definitiven. Der Zahn entwickelt eine beträchtliche Höhe, und da die einzelnen Elemente sich fächerförmig ausbreiten, ist die Zahnanlage an ihrer Basis verjüngt (Vergl. Fig. 33 e mit 33 a). Den grössten Umfang besitzen auch hier noch Proto- und Metaconid, obgleich die Grössendifferenzen zwischen den einzelnen Zahndritteln nicht mehr so stark sind. Beim in Function stehenden Zahne haben bekanntlich Hypo- und Entoconid den grössten Breitendurchmesser. Der Aussencontour der lateralen Conide ist noch nicht so winklig wie später und die Coulissenstellung der medialen Zahnbestandtheile ist weniger ausgesprochen. Das Hypoconid erhält am hinteren Horn einen in der Spitze unerheblich divergirenden accessorischen Nebenkegel (Fig. 33 b und a). In etwas höherem Niveau als Fig. 33 a wird das Hinterhorn des Protoconid, wie auch das Vorderhorn des Metaconid durch einen ähnlichen accessorischen Kegel vervollständigt. Bei der Abtragung des

in Rede stehenden Zahnes würde der Markenabschluss derart erfolgen, dass zunächst die halbmondförmige, mit ihrer Concavität medianwärts gerichtete Vordermarke durch Confluenz des Vorderhorns vom Protoconid mit dem accessorischen Nebenkegel des Metaconid nach vorn hin abgeschlossen wird (Fig. 33 a); sodann schliesst sie sich auch nach rückwärts (Fig. 33 c). Tief an der Basis (Fig. 33 e) erscheint der Grund der Vordermarke in zwei isolirte Antheile zerlegt. Die Ausbildung der hinteren Marke geschieht zunächst durch Verschmelzung des Eutoconid mit dem accessorischen Nebenkegel des Protoconids; sodann verbindet sich das Vorderhorn des Hypoconids mit einem vom Hinterhorn des Protoconids ihm entgegenstrebenden Sporn (Fig. 33 c), und schliesslich wird auch der hintere Ausgang der Marke verlegt (Fig. 33 d). Was die accessorische Marke anbetrifft, so erfolgt der vordere Abschluss derselben schon sehr frühzeitig in Niveau's, die beträchtlich höher liegen als Fig. 33 a; alsdann verbindet sich der mediale Antheil des Paraconid mit dem accessorischen Pfeiler des Metaconid, und nur unerheblich tiefer (Fig. 33 b) fiesst auch das Hinterhorn des Lateralantheils vom Paraconid mit einem Vorsprung des Vorderhorns vom Protoconid zusammen. Die grösste Tiefe besitzt die vordere Marke, welche zugleich die umfangreichste ist.

In dem zuletzt erwähnten Stadium repräsentirt die relativ wenig umfangreiche Anlage für  $M_1$  (Fig. 19) einen distal niedriger und schmaler werdenden Zahnkeim, der in seiner vordern Hälfte aus einem relativ stark ausgebildeten, auf dem Querschnitt des Basalantheils halbmondförmig erscheinenden Protoconid, und einem abgeflacht kegelförmigen, niedrigeren und weniger umfangreichen Metaconid besteht. Die vordere Marke erfährt nur einen Abschluss nach rückwärts, welcher erst eintritt, nachdem die Vereinigung des Protoconid mit der Hypoconidanlage bereits in ergiebiger Weise stattgefunden hat, und bleibt bis zuletzt nach vorn und medianwärts hin geöffnet (Fig. 19 d).

### Das Rind.

Vom Rinde habe ich vorzugsweise relativ junge Stadien untersucht, die keinerlei wesentliche Abweichungen von dem für andere Paarhufer Beobachteten zeigen; ich beginne deshalb für  $D^1$  mit der Besprechung eines Stadiums, in welchem die betreffende Zahnanlage bereits den definitiven Molarinhalt erlangt hat.

Wie aus der Fig. 10 beurtheilt werden kann, unterscheidet sich dieser viergipflige Zahnkeim noch sehr deutlich vom bereits functionirenden Milchzahn. Wegen relativ starker Ausbildung des vorderen Zahntheils, unter dessen Elementen der Paraconus durch ansehnliche Vertical- und Sagittaldimensionen sich auszeichnet, erscheint der Gesamttumriss des Dentinkeimquerschnitts von  $D^1$  nahezu dreieckig. Der an Umfang dem Paraconus beträchtlich nachstehende Metaconus erstreckt sich keilförmig nach hinten, und bildet den letzten Antheil des medial und rückwärts abfallenden Zahnkörpers. Die Form und Lagerung des Hypoconus ist für den Gesamttour am wenigsten bestimmend. Derselbe liegt ganz in dem Bereich zwischen dem Proto- und Metaconus, mit welchen er in tieferen Basalzonen innig verschmolzen ist (Fig. 10 k).

An der Zahnbasis erscheint das Relief der Aussenwand noch sehr einfach, wogegen in höheren Niveau's durch Ausbildung der Grenzfalten bereits definitive Formzustände angedeutet werden (vgl. Fig. 10 k mit 10 d). Am meisten ausge-

bildet ist die vordere Grenzfalte des Paraconus, wogegen diejenige des Metaconus sich nur als schwache Kante aus dem Gesamtreief erhebt. Die in späteren Stadien weit lateralwärts vorspringende hintere Grenzfalte des Metaconus mangelt dem vorliegenden Stadium noch gänzlich. Als ontogenetisch spätere Gebilde sind sämtliche Grenzfalten der Aussenwand erheblich hinter der Ausbildung der umfangreichen mittleren Antheile der beiden Aussenconi zurückgeblieben.

Der an seiner Basis halbmondförmig gekrümmte Protoconus (Fig. 10 h) vereinigt sich mit dem Paraconus derart, dass nur in mittleren Zonen des Zahnkeims ein gut entwickeltes Vorderhorn der halbmondförmigen Vordermarke gebildet werden kann (vgl. Fig. 10d und 10i). Die kegelförmig auslaufende Spitze des Protoconus liegt vom Paraconus weit ab. Ausser der Vordermarke würde die Abtragung der in Rede stehenden Zahnanlage noch eine Hintermarke, sowie eine vordere Innenmarke erzeugen (Fig. 10 c—h); letztere hat als transitorisch das meiste Interesse.

An der Bildung der Marken hat der an seiner Basis dreieckige und zur Spitze hin kegelförmige Hypoconus den grössten Antheil. Die vordere Innenmarke verläuft annähernd frontal zwischen Proto- und Hypoconus (Fig. 10 f—i); also in dem Gebiet, in welchem beim functionirenden Milchzahn die zur Zeit noch nicht angelegte Basalsäule sich erhebt. Der Abschluss der vorderen und hinteren Marke erfolgt in der Nähe der Confluenz der beiden Aussenconi durch Vereinigung des wenig differenzirten Vorderhornes vom Hypoconus mit einem schwachen Vorsprung des Paraconus (Fig. 10 f—h). Am wenigsten ausgebildet ist die Hintermarke, welche ihr erst tief sich schliessendes Hinterhorn bei fortgesetzter Abrasion schon bald wiederum einbüsst (Fig. 10 g, h).

D<sup>2</sup> aus dem der Fig. 16 zu Grunde liegenden Embryo zeigt mit der entsprechenden Anlage des Schafes in Fig. 13 in allen wesentlichen Merkmalen nahe Uebereinstimmung, ist aber etwas jünger als das citirte Stadium. Die ganze Anlage besteht nur aus zwei basal mit einander verschmolzenen Coni, von denen der beträchtlich umfangreichere und höhere Paraconus zur Spitze hin noch reine Kegelform besitzt (Fig. 16 a). In dem ältesten Stadium, von welchem einzelne Querschnitte durch die Anlage von D<sup>3</sup> in Fig. 17 wiedergegeben sind, repräsentirt dieser Zahn eine weiter fortgeschrittene Entwicklungsstufe als das im Wesentlichen analoge Stadium der Fig. 14 des Schafes. Der höhere Entwicklungsgrad aussert sich in mehr differenzirten Formen der einzelnen Zahnelemente, sowie namentlich im Auftreten eines Protoconus (vgl. Fig. 17 g mit 14 e). Der Protoconus ist wenig umfangreich, wodurch der Zahnkeim im vorderen Antheil verschmälert erscheint. Bis auf die stärkere Compression im vorderen Antheil zeigt der Gesamtcontour der Basalzone nahe Uebereinstimmung mit dem Verhalten des bereits functionirenden Milchzahnes. Der Querschnitt der Zahnbasis ist ein unregelmässiges Viereck, dessen längste Seite in die Flucht der Aussenwand fällt. Das Relief der Aussenwand verhält sich im Allgemeinen noch einfacher; die vordere Grenzfalte des Metaconus ist fast in der ganzen Verticalausdehnung gut ausgebildet, und springt stark vor (Fig. 17 h—b).

Der Paraconus hat im Allgemeinen die Form eines vierseitigen Prisma's erlangt, dessen vordere und hintere Kante in sagittaler Richtung stark ausgezogen sind (Fig. 17 h—17 a). Die vordere Kante zeigt noch keine Tendenz zur Auswärtskrümmung, wodurch ein Unterschied mit dem bereits in Function stehenden Zahn bedingt wird.

Der Metaconus hat noch Säulenform (Fig. 17 e—a). Der Hypoconus ist re-

lativ niedrig (Fig. 18 b) und zeigt im Querschnitt etwa Halbmondform (Fig. 17 e). Der Protoconus hat im Wesentlichen die Form eines sehr gestreckten schmalen Halbmondes, welcher zur First hin sich in eine niedrige Spitze (Fig. 17 d) erhebt, die in beträchtlicher Entfernung vom Paraconus liegt. In verticaler Richtung ist der Protoconus mit dem Hypoconus in weit grösserer Ausdehnung verschmolzen als mit dem Paraconus. Der Vergleich mit Fig. 14 gestattet den Rückschluss, dass der Protoconus sich vorherrschend aus dem Hypoconus herausgebildet hat.

Die Markenbildung in diesem Stadium würde zu Stande kommen, indem zunächst ein hinterer Abschluss der hinteren Marke durch Verschmelzung des Hinterhorns vom Hypoconus mit dem Metaconus bedingt wird (Fig. 17 a). Der vordere Abschluss erfolgt dadurch, dass das zur Basis hin sich immer mehr ausbildende Vorderhorn des Hypoconus schliesslich mit der Hinterkante des Paraconus zusammenfliesst (Fig. 17 e, f), wodurch zugleich der hintere Abschluss der Vordermarke gegeben ist. In etwas tieferem Niveau schliesst sich die letztgenannte Marke auch nach vorn hin ab, und wird zugleich durch Confluenz der medialen Kante des Paraconus mit dem Protoconus in zwei getrennte Abschnitte zerlegt (Fig. 17 g, h). Bezüglich des Volumens der Anlagen für  $D^1$  und  $D^2$  wäre noch zu bemerken, dass  $D^2$  namentlich in der Sagittaldimension die Anlage von  $D^1$  noch bei Weitem übertrifft (vgl. Fig. 17 mit Fig. 10).

Im provisorischen Mandibulargebiss ist  $D_1$  zunächst ein Kegelform, welcher sich durch relativ grössere Frontaldimensionen von der gleichen Zahnanlage des Schafes unterscheidet; später treten vor und hinter dem kegelförmigen Protoconid talonartige Basalanlagerungen auf. In diesem Stadium gleicht  $D_1$  des Rindes in auffallendem Grade dem gleichweit entwickelten Zahnkeim der entsprechenden Anlage vom Schwein und Schaf (cf. Fig. 22 b und 34 c).

Drei spätere, in den Fig. 36—38 wiedergegebene Entwicklungsstufen der Anlage für  $D_1$  zeigen die allmähige Entstehung der definitiven Form.

Die Stufe der Fig. 36 lässt bereits vier Conide unterscheiden und zeigt in mehrfacher Hinsicht nahe Uebereinstimmung mit dem Verhalten beim Schwein (Fig. 23) und Hyaemoschus (Fig. 25). Das umfangreiche Protoconid ist schon halbmondförmig, während die drei übrigen, erheblich niedrigeren Elemente noch konoid erscheinen (Fig. 36 b); basal ist es unter Bildung einer sagittal verlaufenden Vordermarke mit dem kaum convexen Lateralabhang des Metaconid vereinigt; die freie Spitze des letzteren liegt in einiger Entfernung vom Protoconid. Am wenigsten ausgebildet ist der vordere sowie der letzte Zahntheil. Sowohl das Paraconid wie auch das Hypoconid bilden niedrige, konisch auslaufende Hügel, welche bis in die Nähe ihrer freien Spitzen mit dem Protoconid innig verschmelzen. Weder ist von dem späteren Medialantheil des Paraconid eine Andeutung zu finden, noch lässt sich die Anlage für ein Entoconid nachweisen. Die in Fig. 36 c sichtbare, lateral und nach vorn gerichtete Vorwölbung des Hypoconid ist wahrscheinlich als erste Andeutung einer hinteren Basalsäule anzusehen.

In dem Stadium der Fig. 37 ist bereits eine Differenzirung des vorderen und letzten Zahntheils in je zwei Kegel eingetreten, so dass die Zusammensetzung dem definitiven Zustande entspricht. Die Dimensionen der drei Zahntheile sind unter einander weniger ungleich als im vorhergehenden Stadium, obwohl auch hier

noch das mittlere Zahndrittel prädominirt (Fig. 37 d). Das Relief des Dentinkeims ist relativ einfach. Im Gesamtcontour der lateralen Zahnfläche ist die starke Vorwölbung des Protoconid noch recht auffallend (Fig. 37 d). Die tief eindringenden lateralen Zahnfurchen sind noch wenig geräumig und die Zahnanlage erscheint wegen mangelnder Ausbildung der Kanten der inneren Conide verhältnissmässig compact. In den Formen des Meta- und Protoconid giebt sich das spätere Verhalten bereits deutlich zu erkennen; beide erscheinen noch relativ breit.

Die sagittal gelagerte Vordermarke, welche durch den mittleren Antheil des Metaconid eingeengt wird, lässt bereits Andeutungen medial gerichteter Hörner erkennen (Fig. 37 a—d).

Die beiden Antheile des Paraconid sowie die Conide des letzten Zahndrittels bilden seitlich etwas comprimirte, konisch zulaufende Hügel und sind annähernd gleich hoch. Nach den Befunden im Stadium der Fig. 36 und 35 e und d dart man die medialen Kegel der erwähnten Zahntheile als Sprossbildungen ihrer lateralen Nachbarkegel ansehen. Die Ebene durch die Verticalachsen der Conide des mittleren Zahntheils hat zur Medianebene eine geringere Neigung als in Fig. 36. Die hintere Basalsäule ist durch eine leichte Anschwellung des Hypoconid angedeutet (Fig. 37 e).

In dem ältesten von mir untersuchten Stadium (Fig. 38) nähert sich der Bau der Zahnanlage dem definitiven Verhalten noch mehr. Das mittlere Zahndrittel prävalirt nicht mehr so stark; der Medialantheil des Paraconid sowie das Entoconid sind voluminöser geworden als die Conide, aus denen sie hervorgesprosst sind; ausserdem sind sie seitlich abgeplattet und haben stumpfe vordere und hintere Kanten ausgebildet. Die lateralen Conide haben jetzt sämmtlich mehr oder weniger ausgesprochene, gestreckte Halbmondform.

Die Hörner des Protoconid sind, namentlich das vordere, rechtwinklig medianwärts abgebogen.

Am Abschluss der Vordermarke betheiligen sich auch noch zwei accessorische Zwischenkegel, von denen der vordere dem Medialantheil des Paraconid anzugehören scheint (vgl. Fig. 38 b mit Fig. 38 c), während der hintere zum Metaconid gehört. Die accessorische Marke ist seicht und gerade, wogegen die tiefere Hintermarke vorwiegend ihr Vorderhorn ausgebildet hat (Fig. 38 e). Die grösste Tiefe besitzt die Vordermarke.

Die Ausbildung der Randfalten und lappig getheilten Hörner der äusseren Halbmonde, sowie die Isolirung der Basalsäulen sind Resultate späterer Entwicklungsstufen.

---

Aus den Befunden meiner Untersuchungen ergibt sich, dass sowohl die bunodonten Suiden wie auch die selenodonten Wiederkäuer während ihrer Ontogenese ein im Wesentlichen übereinstimmendes bunodontes Initialstadium erkennen lassen; so nach werden die Cope-Osborn'schen Anschauungen durch die embryologischen Befunde im Allgemeinen bestätigt, obgleich in Manchem, so namentlich für den Protoconus, die Ontogenese den sonst bestehenden Parallelismus mit der Phylogenese nicht mehr zeigt. Sehr bald erfolgt die Differenzirung, indem die einzelnen Coni,

resp. Conide, beim Schwein sich zu Pyramiden umformen, während bei den Wiederkäuern die Halbmondform sich auszubilden beginnt.

Die Complication der Zahnanlagen im Oberkiefer geschieht auch ontogenetisch im Wesentlichen durch successive Hinzufügung der einzelnen Coni, allerdings nicht zum Protoconus, sondern zu dem zuerst aufgetretenen Paraconus.

So entsteht für die Anlagen von  $D^1$  und  $D^2$  durch Ausbildung eines anfänglich kegelförmigen Metaconus zunächst ein Zweihöckerzahn. Alsdann entwickelt sich für die Anlage von  $D^1$  der Protoconus und schliesslich der Hypoconus. Für  $D^2$  tritt als dritter Conus der Hypoconus auf, und so wird eine dreigipflige Zahnkrone erlangt, die als solche bekanntlich bei Schweinen, den Traguliden und zahlreichen tertiären Paarhufern persistirt, während sie, wie aus meinen Befunden hervorgeht, bei allen denjenigen Wiederkäuern ein Durchgangsstadium darstellt, bei welchen  $D^2$  schliesslich durch Ausbildung des zuletzt auftretenden Protoconus gleichfalls, wie  $D^1$ , vollen Molarinhalt gewinnt. Somit sind der Hypoconus für  $D^1$ , und der Protoconus für  $D^2$  die zuletzt angelegten Bestandtheile der beiden Milchzähne; identische Zusammensetzung bedingt mithin noch nicht ohne Weiteres identischen Entwicklungsmodus. Eine Anlage für einen Protoconulus habe ich in keinem der untersuchten Stadien nachweisen können, so berechtigt es auch war, sein Auftreten zu erwarten.

Im Unterkiefer der Paarhufer wird von  $D_1$  zuerst das kegelförmige Protoconid angelegt; für  $D_1$  ist mithin die Osborn'sche Bezeichnungsweise in vollkommener Uebereinstimmung mit den ontogenetischen Befunden. Weiterhin entwickelt sich vor dem Protoconid das Paraconid und hinter demselben das Hypoconid, es besteht also nur ein pseudo-triconodontes Stadium, da das Metaconid sich medial neben dem Protoconid ausbildet. Der Medialantheil des Paraconid und das Entoconid erscheinen als die zuletzt differenzirten Zahngebilde. Die ursprünglich bunodonte Form der Zahnanlage des unteren  $D_1$  der Wiederkäuer geht erst später, in der Reihenfolge des Auftretens der einzelnen Conide, in definitive Selenodontie über. Die Basalsäulen entwickeln sich sprossartig aus dem Hypoconid, resp. Paraconid und sind ebenso wie die Basalwarzen oberer Zähne relativ späte Bildungen.

## Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Objecte sind als rechtsseitige abgebildet worden. Die Contouren der Schnitte sind grösstentheils mit dem E d i n g e r'schen Zeichenapparat <sup>1)</sup>, einzelne auch mit der O b e r h ä u s e r'schen Camera lucida entworfen; die Wiedergabe der Zeichnungen durch den Lithographen lässt mancherlei zu wünschen übrig. Bei allen Abbildungen, die Schnitte aus einer Serie darstellen, können die einzelnen Niveaus als einander parallel angesehen werden, da für die hier in Betracht kommenden Horizonte Umstellungen des Objectblockes während des Zerlegens vermieden wurden. Die Abstände zwischen den einzelnen gezeichneten Schnitten sind selbstverständlich nicht die gleichen. Die Gewebe des Dentinkeims sind auch für ältere Stadien einfach durch einen rothen Farbenton bezeichnet, Dentin- und Odontoblastenschichten daher nicht besonders markirt.

### Häufiger wiederkehrende Bezeichnungen

Co Cementorgan  
end Entoconid  
hy Hypoconus (h. Ipf. hinterer Innenpfeiler resp. hinterer Innenlobus)  
hyd Hypoconid  
acc. M. accessorische Marke  
h. M. hintere Marke  
v. M. vordere Marke  
v. i. M. vordere Innenmarke  
me Metaconus (h. Alb. hinterer Aussenlobus)  
med Metaconid  
pa Paraconus (v. Alb. vorderer Aussenlobus)  
pad Paraconid  
pal Paraconulus (v. Zwlb. vorderer Zwischenlobus)  
pr Protoconus (v. Jpf. vorderer Innenpfeiler resp. vorderer Innenlobus)  
prd Protoconid  
Sk Schmelzkeim  
So Schmelzorgan.

Tafel I und II stellen obere Zähne dar.

### Tafel I.

- Fig. 1 Theil eines Flächenschnitts durch die Zwischenkieferregion eines Pferdeembryo. a. pt. pl. Art. pterygo-palatina. c. St Steno'scher Knorpel. ep Epithel des Atrium oris. So Id' Schmelzorgananlage eines rudimentären, transitorischen Id'.
- Fig. 2 a—d Horizontalschnitte durch die Anlage von D<sup>2</sup> aus einer Flächenschnittserie des Oberkiefers eines Pferdeembryo.
- Fig. 3 M<sup>2</sup> (umgekehrt dargestellt) von der Kaufläche gesehen; vom Schädel eines etwa 15-jährigen Pferdes, Nr. C 367 der zootomischen Sammlung des Dorpater Veterinair-Institutes.
- Fig. 4 Theil eines Flächenschnittes aus der Praemaxillarregion eines Hyamoschusembryo. pmx (pr. ns) processus nasalis der Praemaxilla. ev. n. Cavum nasi. s. n. c. Septum nasi cartilagineum.
- Fig. 5 a—e Querschnitte durch die Anlage von D<sup>1</sup> aus einer Horizontalschnittserie, aus demselben Embryo.
- Fig. 6 a—g Querschnitte durch die Zahnanlage für D<sup>1</sup> vom Schweineembryo. ecl. Ectoconulus.
- Fig. 7 a—e Querschnitte durch D<sup>1</sup> eines Elenembryo. Sok Hals des Schmelzorgans.
- Fig. 8 Theil eines Flächenschnitts durch die Zwischenkieferregion eines Schafembryo. SoCd Schmelzorgananlage für den transitorischen Milchcaninus. O. J. J a c o b s o n'sches Organ.
- Fig. 9 a—f Querschnitte durch die Anlage von D<sup>1</sup> eines Schafembryo.
- Fig. 10 a—k Querschnitte durch D<sup>1</sup> eines Rinderembryo.

1) E d i n g e r, L. Ein neuer Apparat zum Zeichnen schwacher Vergrößerungen. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie Bd. VIII p. 179—181; 1891.

## Tafel II.

Alle Figuren beziehen sich auf  $D^2$ .

- Fig. 11 a—c Querschnitte durch  $D^2$  des Hyaemoschusembryo der Fig. 4 und 5.  
 Fig. 12 a—l Querschnitte durch  $D^2$  des Elenembryo der Fig. 7.  
 Fig. 13 a—g Querschnitte von  $D^2$  eines Schafembryo.  
 Fig. 14 a—h Querschnitte durch  $D^2$ , mittleres Stadium; Schafembryo der Fig. 9. Die Fig. 14 f und 9 a gehören zu einem und demselben Schnitt.  
 Fig. 15 a und b Planparallele Verticalschnitte durch die Anlage von  $D^2$  des anderen Oberkiefers vom selben Schafembryo. Die Schnittrichtung entspricht für 15 a etwa der Linie yz in Fig. 14 e; für 15 b der Linie wx. mx Oberkiefer.  
 Fig. 16 a—f Querschnitte durch die Anlage von  $D^2$  eines Rinderembryo.  
 Fig. 17 a—h Querschnitte durch  $D^2$  des Rinderembryo der Fig. 10; ein und dieselbe Schnittserie. Es liegen im selben Schnitt: 17 c und 10 b; 17 d und 10 c; 17 f und 10 e; 17 g und 10 g; 17 h und 10 h.  
 Fig. 18 a und b Frontalschnitte durch die Anlage von  $D^2$  desselben Embryo; anderer Oberkiefer. 18 a in der Richtung yz der Fig. 17 d, 18 b in der Richtung wx gelegen.

Tafel III und IV beziehen sich auf  $M_1$  und  $D_1$ .

## Tafel III.

- Fig. 19 a—d Querschnitte durch die Anlage von  $M_1$  eines älteren Schafembryo.  
 Fig. 20 a—d desgl. vom Elenembryo.  
 Fig. 21 a—h desgl., aus einem älteren Rehembryo.  
 Fig. 22 a—c Querschnitte von  $D_1$  eines Schweineembryo.  
 Fig. 23 a—f desgl.; älteres Stadium.  
 Fig. 24 a—f desgl.; noch älter.  
 Fig. 25 a—c Querschnitte durch  $D_1$  des Hyaemoschusembryo der Fig. 4, 5 und 11.  
 Fig. 26 Aus einer Querschnittserie vom Elenembryo.  
 Fig. 27 a—h Querschnitte durch  $D_1$  des Elenembryo der Fig. 7 und 12.  
 Fig. 28 a—f Querschnitte durch  $D_1$  eines Elenembryo; vorgerückteres Stadium.  
 Fig. 29  $D_1$  vom Elen, wenig angeschliffen ( $D_1$  noch nicht ins Niveau gerückt); im Besitz des Herrn Prof. Dr. A. Rosenberg.  
 Fig. 30  $D_1$  vom Elen; mittleres Usurstadium. Vom Schädel E 60 der zootomischen Sammlung.  
 Fig. 31 Stark usurirtes  $D_1$  des Elen. Vom Skelet A. 32 der zootomischen Sammlung.

## Tafel IV.

- Fig. 32 a—g Querschnitte durch die Anlage für  $D_1$  eines Rehembryo; Stadium der Fig. 21.  
 Fig. 34 a—c Querschnitte durch die Anlage von  $D_1$  des Schafembryo der Fig. 13.  
 Fig. 35 a—i Querschnitte durch  $D_1$  des Schafembryo der Fig. 9 und 14.  
 Fig. 33 a—e Querschnitte durch die Anlage für  $D_1$  des Schafembryo der Fig. 19; dieselbe Schnittserie, Fig. 33 a und Fig. 19 d liegen in einem und demselben Schnitt.  
 Fig. 36 a—d Querschnitte durch die Anlage von  $D_1$  eines Rinderembryo.  
 Fig. 37 a—e desgl.; älteres Stadium.  
 Fig. 38 a—f desgl.; vom Embryo der Fig. 10 und 17.

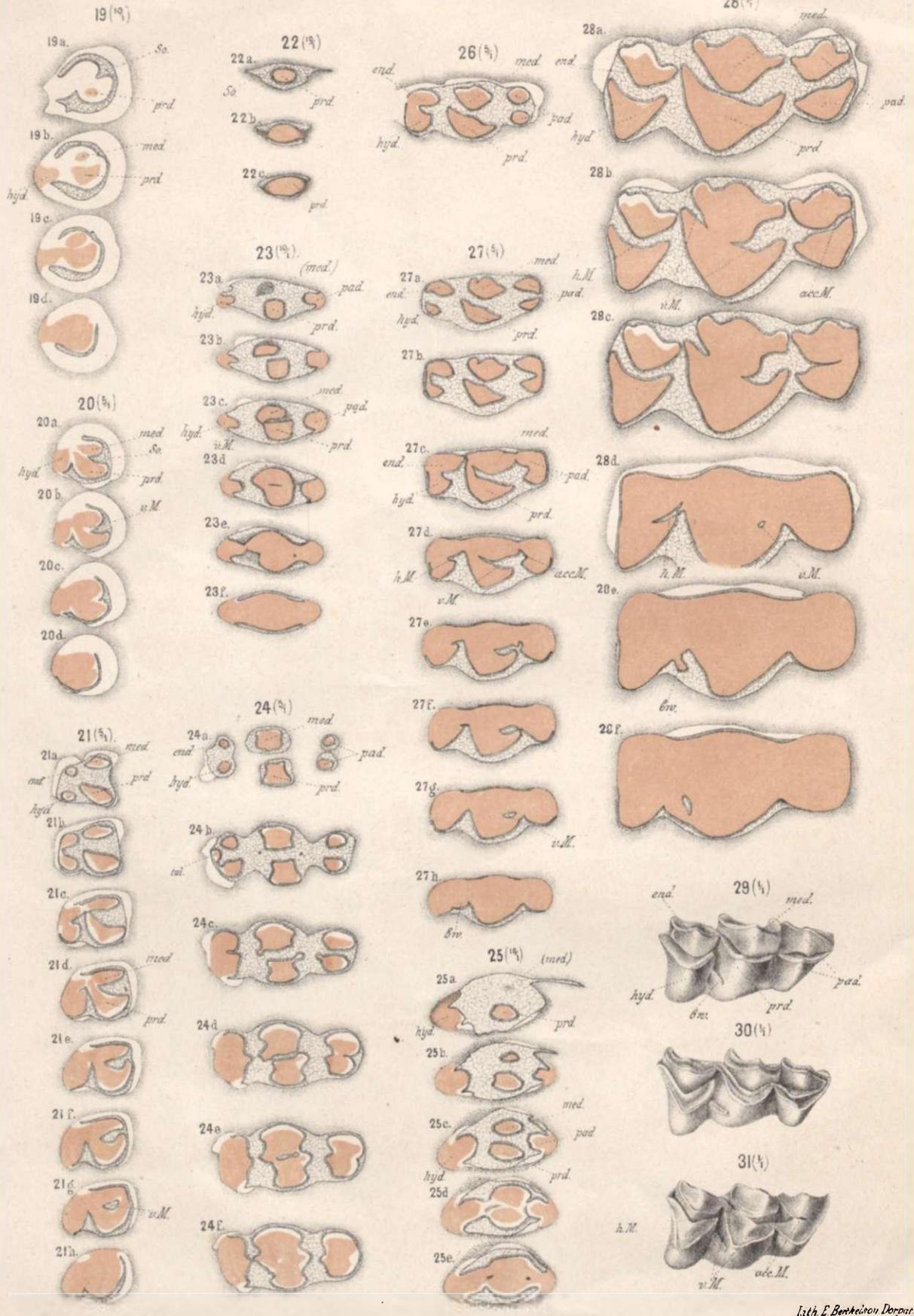
## Theses.

---

1. Дентинъ развивается раньше эмали.
  2. При морфологическихъ работахъ слѣдуетъ дать целлоидину преимущество надъ параффиномъ.
  3. Для прекращенія туберкулоза слѣдовало бы примѣнять мѣру убиванія зараженнаго скота.
  4. Открытіе заводовъ для скрещиванія киргизской лошади съ породами западныхъ государствъ соответствуетъ потребностямъ степныхъ странъ.
  5. Климатическія и почвенныя условія киргизскихъ степей допускаютъ исключительно скотоводство.
  6. При недостаточномъ числѣ ветеринарныхъ институтовъ въ Россіи открытіе новаго института въ зауральской части имперіи необходимо и своевременно.
  7. Подчиненіе всѣхъ ветеринарныхъ институтовъ въ Россіи одному генераль-инспектору, какъ это существуетъ во Франціи, весьма цѣлесообразно.
  8. *Natura in minimis maxima.*
-







Taf. IV

