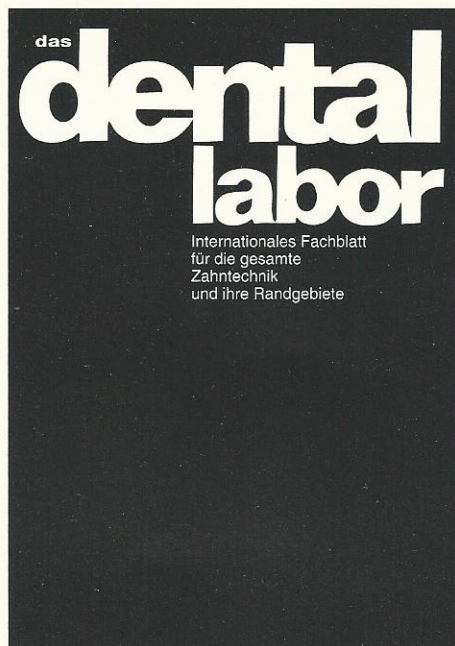


# SONDERDRUCK



Überreicht durch den Verfasser

Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe sowie der Übersetzung dieses Sonderdruckes, behält sich der Verlag vor.



Verlag Neuer Merkur GmbH  
80916 München

## Von der Evolution bis zur Neuzeit

# Entwicklung und Morphologie der ersten Molaren im Ober- und Unterkiefer

Ein Beitrag von Thomas Neumann, Wermelskirchen

Als Zahntechniker ist man stets bemüht, sich an den Formen der Natur zu orientieren und diese mit den verschiedensten Materialien möglichst perfekt zu kopieren. Bei der Modellation von Seitenzähnen steht die Forderung nach einer naturähnlichen Formgebung besonders im Vordergrund. Schließlich soll die Nahrung später wie einst aufbereitet werden können. Zudem möchte man als Zahntechniker verhindern, daß die Modellation gegenüber einem natürlichen Referenzzahn allzusehr verblaßt. Thomas Neumann hat sich unsere natürlichen Referenzzähne genau angeschaut und sogar ihre evolutionäre Entwicklungsgeschichte recherchiert. Nachfolgend beschreibt er die wichtigsten morphologischen Merkmale der Molaren, gibt einen Schnellkurs zur Aufwachstechnik nach M. H. Polz und Tips zur Wahl der richtigen Instrumente.

**Indizes: Aufwachstechnik, Morphologie, Seitenzähne**

## Einleitung

Da wir uns täglich mit der Modellation von Kronen und Brücken beschäftigen, stellt sich möglicherweise die Frage nach der evolutionären Entwicklungsgeschichte der Zähne. Die Natur hat mit einfachen Konstruktionen begonnen und sie dann im Lauf der Zeit immer mehr verfeinert und verbessert.

## Die Konustheorie

Umfangreiche Funde von Fossilien bilden die materielle

Grundlage der Differenzierungstheorie (Auseinanderentwicklung), die von einer einheitlichen Anlage aller Säugetierzähne ausgeht und aus dieser die Entstehung der Zahnformen und die stammesgeschichtliche Weiterentwicklung der Zähne ableitet.

Als stammesgeschichtlicher Ursprung der Prämolaren und Molaren gilt nach der Trituberkulartheorie (Trias: „Dreiheit“, „Dreizahl“) nach E. D. Cope (1883) und H. F. Osborn (1907) der kegelförmige, einfache Reptilienzahn mit spitzkonischer Krone und einfacher Wurzel (Abb. 1).

Bei den frühen Säugetieren entwickelten sich dann mesial und distal kleine Randzacken, dessen Höcker noch in einer Reihe standen (Abb. 2). Im weiteren Verlauf kam es durch Lageveränderung der Höcker zu einer dreieckigen Anordnung (Stark 1982), woraus der trituberkuläre Zahn entstand.

Als weiterer evolutiver Schritt entstand durch Angliederung eines sechs-höckeriger, sogenannter „tribosphenischer Molar“.

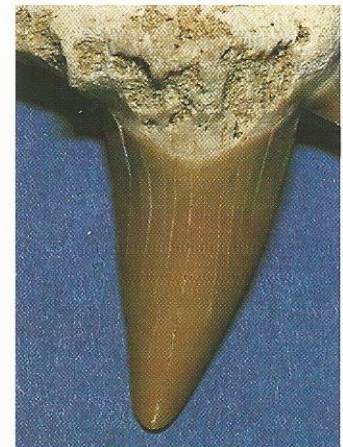
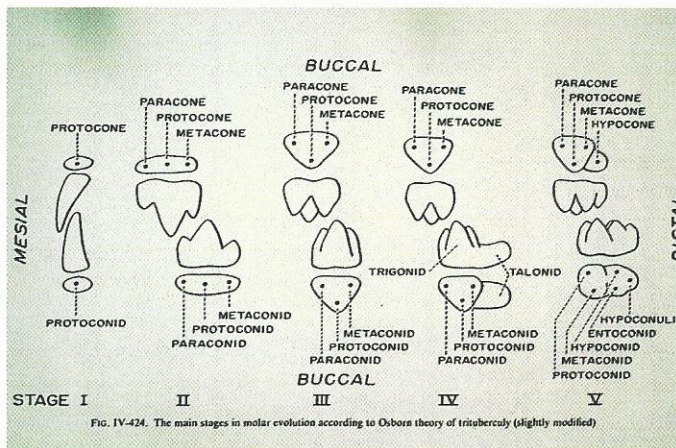


Abb. 1 Nach der Trituberkulartheorie ist der kegelförmige, einfache Reptilienzahn der Ursprung heutiger Prämolaren und Molaren (entnommen aus „Dental Anatomie and Occlusion“ Fig. IV - 424).

Abb. 2 Ein Haifischzahn

Die Entwicklung eines Talonids im unteren Molaren als Okklusionspartner des oberen Molaren war ein wesentlicher Schritt, da die Zähne nun eine antagonistische Beziehung eingingen und nicht mehr abwechselnd in einer Reihe stehen, wie wir es heute noch bei einigen Reptilien vorfinden (Abb. 3).

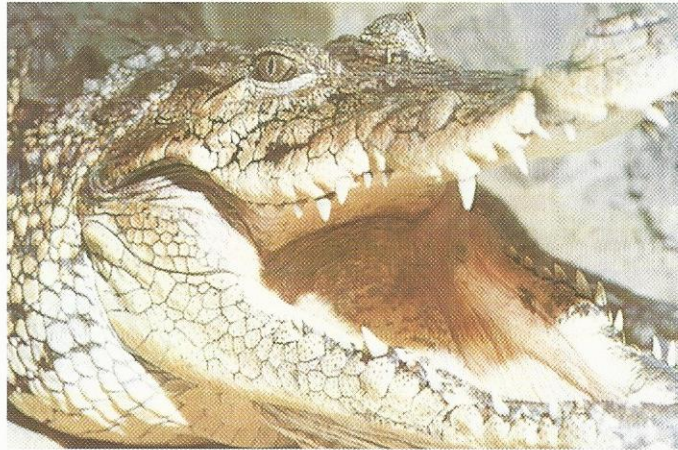


Abb. 3 Die Anordnung der Zähne bei einem Krokodil ist gut zu erkennen

Die Struktur eines einfachen Reptilienzahnes finden wir aber noch sehr ausgeprägt in den scherenden Anteilen unserer heutigen Molaren und Prämolaren im Ober- und im

hochorganisierten Zahngebilden entstanden sind.

Die heutige Vorstellung von der stammesgeschichtlichen Entwicklung unserer Zähne ist unter Berücksichtigung mehrerer Parameter (Kiefergelenk, Kaumechanismen, Ernährung etc.) entstanden. Sie stützt sich aber im wesentlichen auf die Konzeption des tribosphenischen Zahnes und basiert gänzlich auf konstruktions- und funktionsmorphologischen Überlegungen (Janis 1979, Maier 1978).



Abb. 4 Sagittalschnitt durch die bukkalen Höcker eines Oberkiefermodells ...

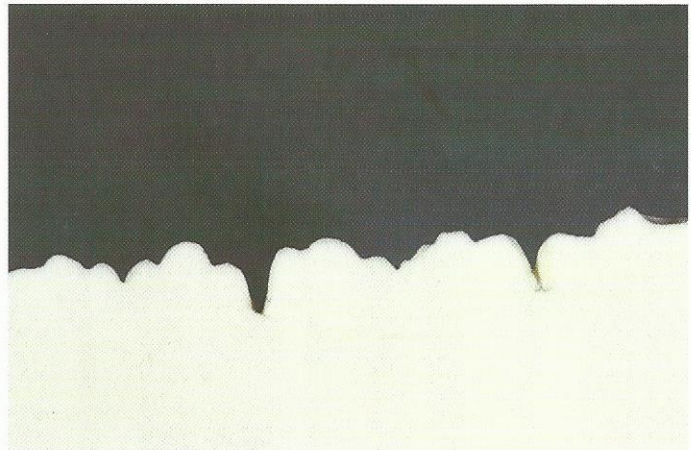


Abb. 5 ... und durch die lingualen Höcker eines Unterkiefermodells

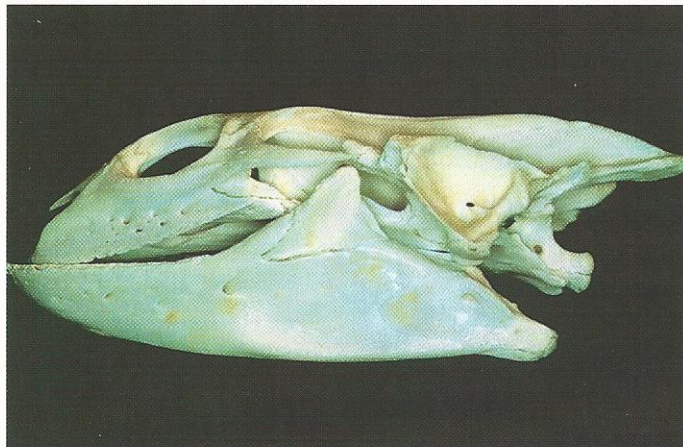


Abb. 6 Die Kiefer einer Schildkröte

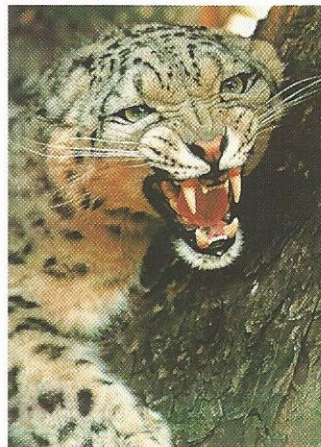


Abb. 7 Der Leopard – ein Fleischfresser

## Formveränderung durch unterschiedliche Nahrung?

Die Veränderungen des Molarenreliefs in der Säugetier- und Hominidenevolution kann auch als eine konstruktive Anpassung an eine artspezifische Ernährungsweise gedeutet werden. Man unterscheidet zwischen drei verschiedenen Arten:

- Die erste Gruppe sind die Pflanzenfresser (*Herbivore*), wie zum Beispiel Huftiere, Nagetiere, Schildkröten und die meisten Insekten (Abb. 6).
- Die zweite ist die der Fleischfresser (*Carnivore*), wie zum Beispiel Hyänen, Löwen, Wölfe, Leoparden etc. (Abb. 7).
- Als dritte Art haben sich die

### Eine andere Theorie

Dieses Aussehen könnte uns zu der Verschmelzungstheorie von W. Küenthal (1892), G. Schwabe (1894) und

C. Röse (1892) führen. Sie vertraten die Meinung, daß die heutigen Molaren und Prämolaren durch Verschmelzung mehrerer Kegehzähne zu

Unterkiefer. (OK bukkal, UK lingual) Wenn wir die beiden Zahnreihen im Sagittalschnitt betrachten, so ist diese Struktur an den mesialen und distalen Höckern gut zu erkennen (Abb. 4 und 5).

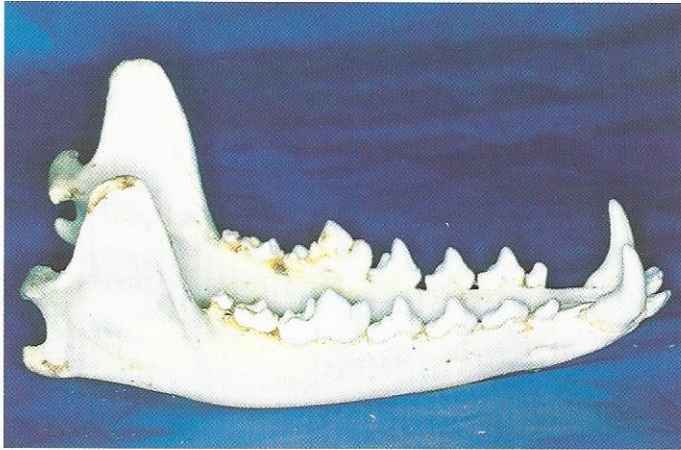


Abb. 8 Das Allesfressergebiß eines Dachses

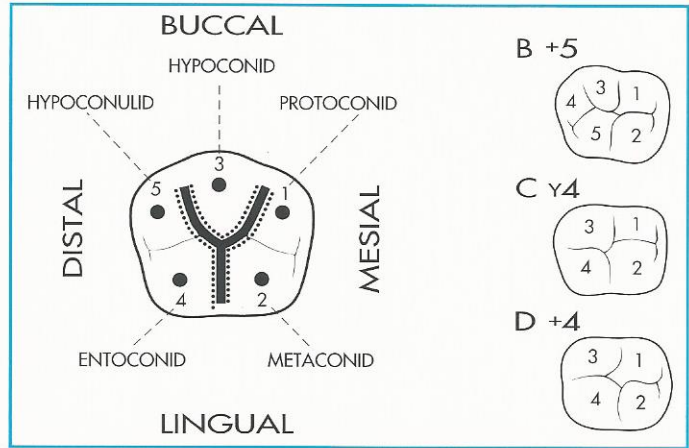


Abb. 9 Fissurenverlauf bei einem Unterkiefer-Molaren eines Hominiden („Dental Anatomie and Occlusion“ Fig. IV - 457)

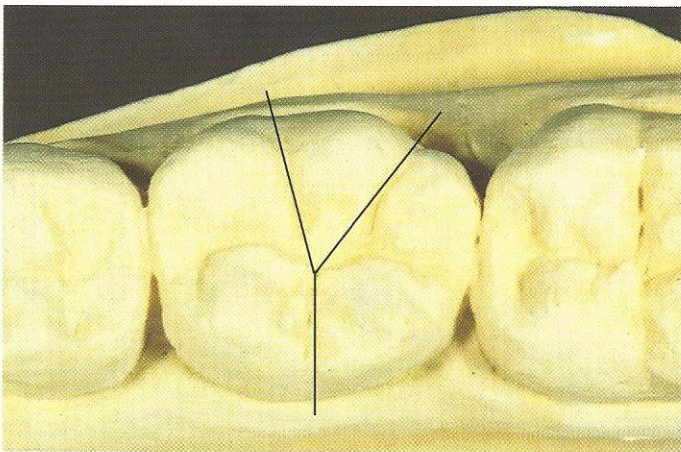


Abb. 10 Das Dryopithecus-Muster eines UK-Molaren bei einem heutigen Menschen

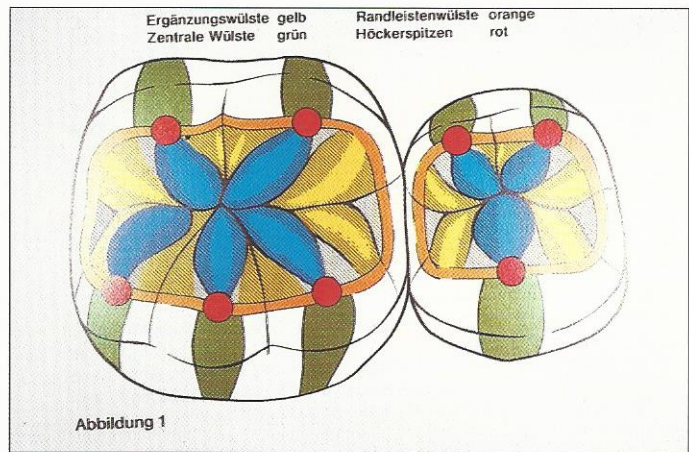


Abb. 11 Aufwachstechnik nach Dr. Peter K. Thomas

Allesfresser (*Omnivore*) mit einer Vielzahl von Gebißtypen entwickelt (Schweine, Marder, Bären, Dachse etc) (Abb. 8). Während der weiteren Entwicklung der Zähne und des Gebisses der Primaten (höchstentwickelte Säugetiere) wurde die Zahnanzahl weiter reduziert. Die Komplexität der Strukturen ist jedoch gestiegen (R. Martin, 1990). Falls sich unsere Ernährungsgewohnheiten allerdings so weiterentwickeln, wird man bald von einer Art „McDonivoren“-Ernährungsweise sprechen können. Zähne mit einem von der Natur geschaffenen Aussehen werden dann sicherlich nicht mehr erforderlich sein.

### Ein wichtiger Schritt in der Entwicklung

Eine wesentliche Veränderung des Zahnes auf dem Weg vom Säugetier zum Hominiden (Hominisation gleich Menschwerdung) war die Ausbildung des sogenannten Dryopithecus-Musters. Es war ein bedeutsames, diagnostisch verwertbares Kriterium der Molaren der Hominoidea (Gregory, 1916). Bei diesem Muster wird die Kaufläche durch Furchen in Y-Form bestimmt (Abb. 10). Die Veränderung betraf die Lage der Haupt- und Nebenhöcker und

den Furchen- und Leistenverlauf, sowie die Reduktion des Paraconids (ein dritter Höcker, der mesial vom mesio-lingualen Höcker lag). Ein Molar war entstanden, mit dem der Hominide (menschentartiges Wesen) von nun an in der Lage sein sollte, seine omnivore Nahrung zu zerkleinern.

Wann nun genau die evolutionäre Abspaltung zum Menschen stattgefunden hat, läßt sich derzeit noch nicht zweifelsfrei feststellen. Der neueste, als „Australopithecus-ramidus“ bezeichnete Fund konnte auf 4,4 Millionen Jahre datiert werden.

### Die Rekonstruktion der Zähne

Für die Rekonstruktion eines Zahnes wäre es natürlich etwas einfacher gewesen, die Natur wäre in ihrer Entwicklung auf einem früheren Stand stehengeblieben. Sie ist es aber nicht und darum müssen wir uns als Zahntechniker mit einer komplizierten Morphologie auseinandersetzen. *Thomas* und *Stuart* haben durch ihre additive Aufwachstechnik in Kegelbeziehungswiese Konusform den Grundstein zur Modellation einer funktionsfähigen Kaufläche gelegt (Abb. 11).

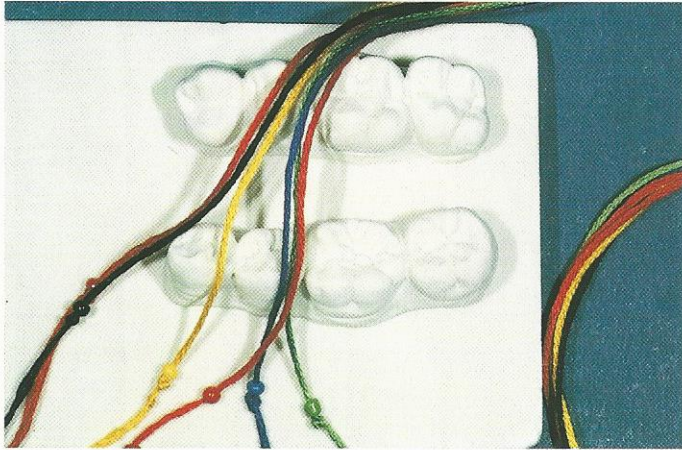


Abb. 12 Die Aufwachstechnik nach M. H. Polz verhilft der Kaufläche zu Funktion und Ästhetik

Durch M. H. Polz haben wir die Kaufläche dann mit Hilfe des biomechanischen Aufwachskonzeptes neben der Funktion auch zu einem natürlichen Aussehen verholten (Abb. 12). Vorbild dieser Aufwachstechnik war und ist der natürliche Zahn. Im bleibenden Gebiß finden wir im Ober- und Unterkiefer bis zu sechs Molaren; drei auf jeder Seite, die vom ersten zum letzten Molaren zunehmend kleiner werden.

## Der erste Molar des Oberkiefers

Die Oberkiefermolaren unterscheiden sich von den unteren in mehreren Punkten:

- Sie sind mit drei Wurzeln verankert, einer palatinalen und zwei bukkalen.
- Sie besitzen drei große und einen kleineren, disto-palatinalen Höcker.
- Sie weisen einen schrägen Grat auf, die Crista transversa, die den disto-bukkalen mit dem mesio-palatinalen Höcker verbindet.
- Die anatomische Krone ist in bukko-palatinaler Richtung breiter als in mesio-distaler.
- Die beiden bukkalen Höcker sind nicht gleich groß. Der disto-bukkale ist etwas

kleiner und etwas länger als der mesio-bukkale.

Die drei großen Höcker sind in Form eines Dreiecks (Trigonum) angeordnet (Abb. 13).

Insgesamt besitzt der erste obere Molar eine Rhombusform. Der mesio-bukkale und der disto-palatinal Winkel sind spitz, während der mesio-palatinal und der disto-bukkale Winkel stumpf sind. Die Okklusalfäche kann in zwei Felder, dem Trigonium (drei Haupthöcker) und dem Talon (disto-palatinaler Höcker und distale Randleiste), eingeteilt werden.

Das etwa gleichseitige mesiale Dreieck (Trigonium), gebildet von einer Verbindungslinie der bukkalen Höckerspitzen über die mesiale Randleiste hin zur Spitze des mesio-palatinalen Höckers und nach distal durch die Crista transversa, ist für Oberkiefermolaren charakteristisch.

Die Crista transversa wird vom Dreieckswulst des disto-bukkalen und vom distalen, inneren Abhang des mesio-palatinalen Höckers gebildet. Der disto-palatinal Höcker und die Randleiste bilden den kleineren Anteil der Okklusalfäche. Diese wird bei den zweiten und dritten Molaren immer schmaler. Der mesio-palatinal und der mesio-bukkale Höcker sind am größten. Sie beherrschen nahezu zwei

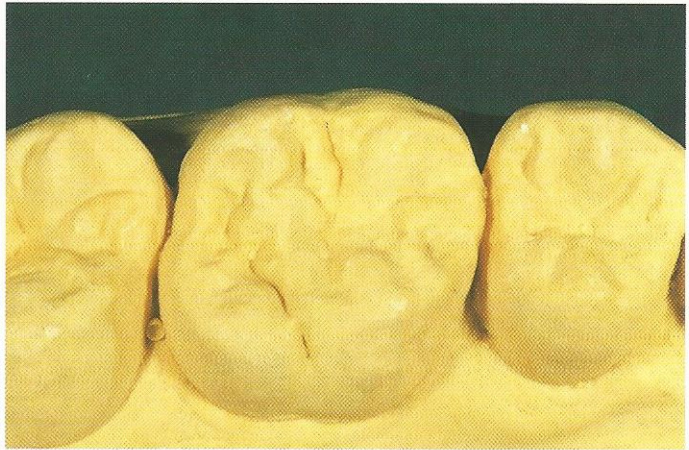


Abb. 13 Der erste Molar im Oberkiefer von okklusal

Drittel der Okklusalfäche und werden durch eine tiefe, dreieckige zentrale Fossa voneinander getrennt. Von dort aus verläuft eine Fissur in die mesiale Fossa. Sie wird von der mesialen Randleiste, bestehend aus drei Elementen, gebildet. Das erste und kleinste Element ist der mesiale Nebenkonus vom mesio-bukkalen Höcker, das zweite ist das mittlere Verschlusssegment, welches den Approximalkontakt und einen Randleistenkontakt herstellt und das dritte ist der mesiale Nebenkonus (rudimentäres Element – nicht ausgebildet, verkümmert) des mesio-palatinalen Höckers. Zwischen dem inneren Abhang des mesio-palatinalen Höckers und dem rudimentären Element befindet sich eine ausgeprägte Konkavität (bekannt als Stuart-Furche), die sich auch über den marginalen Rand erstreckt und im Tuberkulum Carabelli endet. Eine distale Fossa, distal der Crista transversa gelegen, bildet die dritte Fossa auf der Okklusalfäche des ersten Molaren. Von der Grube aus erstreckt sich eine Fissur nach palatinal und trennt den mesio-palatinalen vom disto-palatinalen Höcker ab.

## Die Modellation

Anhand einer Folienmappe sind die wichtigsten Stationen innerhalb des Okklusionsfeldes eines oberen Zahnes dargestellt. Sie gliedert sich in die ersten fünf wichtigen Stationen, die wir beim Aufwachsen einer Krone in dieser Reihenfolge einhalten sollten: Zuerst werden die Kegel aufgebaut und dann das „Fischmaul“ (P.K.T.-Technik) fertigmodelliert. Die nachfolgenden Schritte:

1. Den Dreieckswulst (zentraler Abhang) des mesio-palatinalen Höckers aufbauen (trägt den „B“-Stopp).
2. Den Dreieckswulst des mesio-bukkalen Höckers aufbauen (trägt den ersten „A“-Stopp).
3. Den Dreieckswulst des disto-bukkalen Höckers (der mesiale Abhang wird als Tuberkulum Cäsar bezeichnet) aufbauen (trägt zweiten „A“-Stopp).
4. Den distalen Abhang des mesio-palatinalen Höckers (Crista transversa) modellieren.
5. Nun sollte man mesial an dem unter 1. beschriebenen Abhang das rudimentäre Element (Randwulst) mit der Stuart-Furche und dem mittleren Abhang des disto-palatinalen Höckers modellieren. In einem 6. und 7. Schritt bleiben dann nur noch die Nebenkonusse mit Nebenwülsten übrig.

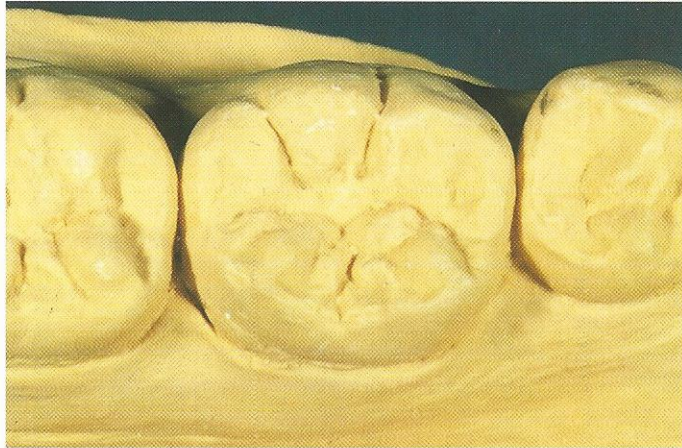


Abb. 14 Der erste Molar im Unterkiefer von okklusal

## Der erste Molar des Unterkiefers

Im Unterkiefer finden wir auch bis zu sechs Molaren, drei auf jeder Seite, die wie ihre Antagonisten im Oberkiefer vom ersten zum dritten Molaren zunehmend kleiner werden. Sie unterscheiden sich von den Oberkieferzähnen in mehreren Punkten:

- Sie sind mit zwei Wurzeln, einer mesialen und einer distalen, verankert.
- Sie besitzen vier große Höcker und in den meisten Fällen noch einen kleineren, fünften Höcker.
- Der mesio-distale Kronendurchmesser ist immer größer als der bukko-linguale (Abb. 14.)

Die bukkal gelegene Okklusalfäche wird von dem großen, mesio-bukkalen, dem etwas kleineren, disto-bukkalen und dem kleinsten, distalen Höcker, gebildet. Ihre Höhe nimmt von mesial nach distal ab. Der mesio-bukkale und der disto-bukkale Höcker sind durch eine Fissur getrennt, die sich über die halbe Bukkalfläche erstreckt und in einem kleinen Grübchen endet. Der disto-bukkale Höcker wird durch eine tiefe Fissur vom distalen Höcker getrennt. Nicht der dritte Höcker ist primär, sondern die Fissur, die diese beiden Höcker voneinander trennt.

Die linguale Okklusalfäche bilden zwei Höcker. Sie sind nahezu gleich groß und werden durch eine Lingualfissur voneinander getrennt. Der disto-linguale Höcker ist etwas kürzer, wobei beide Höcker spitzer sind als die bukkalen (Scherhöcker).

Betrachten wir den Umriß der Okklusalfäche, so erkennt man ein Pentagon. Des Weiteren besitzt der erste Molar drei Fossae:

- eine tiefe zentrale,
- eine flache mesiale
- und eine flache distale.

Ein deutliches Fissurenrelief setzt die fünf Höcker gegeneinander ab. Dieses Relief wird gebildet von einer Zentralfissur mit einer mesialen und einer distalen Grube am entsprechenden Ende. Eine mesio-bukkale, eine distale und eine linguale Fissur münden in die zentrale Fissur und bilden dabei die zentrale Grube aus. So entsteht durch den Verlauf dieser drei Fissuren das charakteristische Y-Muster (vergl. Abb 10).

### Die Modellation

Um nun einen unteren Molaren entsprechend seinem natürlichen Vorbild zu modellieren, ist es wichtig, systematisch vorzugehen. Zuerst werden die fünf Konusse aufgewachst und das Fischmaul fertiggestellt. Die nachfolgenden Schritte:

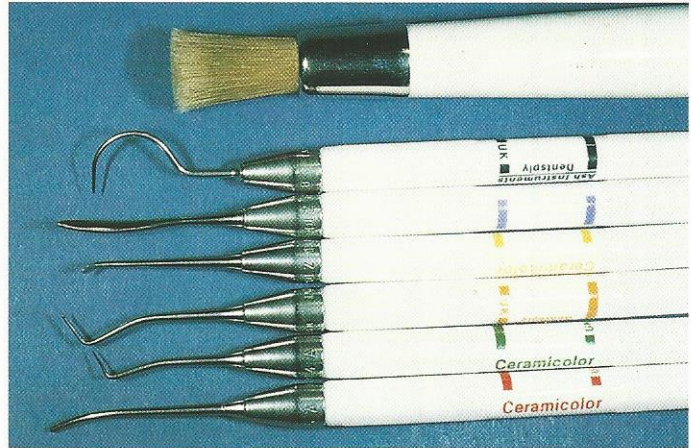


Abb. 15 Die Ceramicolor-Aufwachsinstrumente nach M. H. Polz

1. Den Dreieckswulst des disto-bukkalen Höckers („Rucksackelement“), auf dem sich der „B“-Stopp befindet, modellieren (wichtig für die ISS)
2. Den Dreieckswulst des disto-lingualen Höckers modellieren (bukkaler Abhang trägt den ersten „C“-Stopp).
3. Den Dreieckswulst des mesio-lingualen Höckers aufbauen. Der distale Abhang (Rucksackelement) darf für surtrusive und retrusive Bewegungen als Träger des zweiten „C“-Stops nicht vergessen werden.
4. Den lingualen Abhang des mesio-bukkalen Höckers modellieren.

Als fünften Schritt sollte man den distalen Nebenwulst des mesio-bukkalen Höckers und den Dreieckswulst des distalen Höckers modellieren. In einem 6. und 7. Schritt bleiben dann nur noch die Nebenkonusse mit den entsprechenden Abhängen übrig.

## Welche Instrumente sind am besten geeignet?

Um nun eine Kaufläche mit all ihren Höckern, Leisten, Wülsten und Fissuren zu rekonstruieren, sind entsprechende Instrumente erforderlich.

Eines der meistverbreitetsten Instrumentensets ist das Thomas-Color.

Es wurden nach *Payn-Lundeen* und *Thomas* für die Aufwachstechnik entwickelt und ist leider für die biomechanische Aufwachstechnik nur noch bedingt geeignet. Daher ist es von Vorteil, sich einmal einige neue Instrumente anzuschauen.

Das Ceramicolor-Set von Dentsply bietet im Hinblick auf die neue Aufwachstechnik nach M. H. Polz einige Vorteile (Abb. 15).

Das rote Aufwachsinstrument eignet sich hervorragend zum Auftragen von großen und kleinen Wachsmengen. Das Plateau wird aufgetragen, die Kegel aufgebaut und mit der kleinen Spitze das Fischmaul fertiggestellt. Mit der gebogenen Spitze des grünen Instruments ist man in der Lage, kleinste Wachsmengen innerhalb der Kaufläche zu platzieren, ohne das bereits modellierte Kauflächenrelief wieder zu zerstören (Abb. 16).

Mit dem ovalen Löffel des gelben Instruments und dem etwas kleineren Schaber des orangefarbenen Instrumentes kann man sehr schön die Konkavitäten und Konvexitäten, die sich innerhalb eines jeden Elementes befinden, nachempfinden (Abb. 17 und 18).

Zum Anlegen von kleinen Mulden auslaufender Fissuren ist das orangefarbene Instrument ebenfalls geeignet.

Es ist sehr wichtig, in die einzelnen Elemente des Zahnes keine tiefen Fissuren hineinzuziehen, da dies der Natur nicht entspricht. Tiefere Fissuren ergeben sich erst, wenn man die einzelnen Elemente eines Zahnes, wie bei einem Puzzle, zu einem Ganzen zusammensetzt. Wo und in welcher Tiefe sich die Fissuren befinden, kann man in einer grafischen Zeichnung von

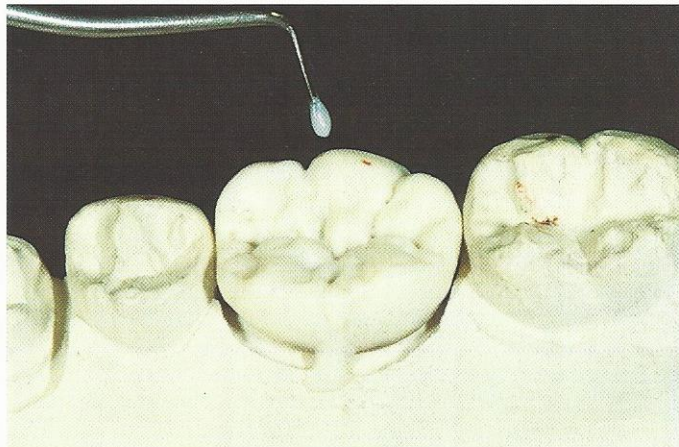


Abb. 16 Mit der gebogenen Spitze des grünen Instrumentes ist man in der Lage, kleinste Wachsmengen zu plazieren

viel Zeit, Mühe und Geld, einen erlernten Arbeitsrhythmus aufzugeben, etwas Neues zu erlernen und dies in den täglichen Arbeitsablauf zu integrieren. Dies gilt für die Aufwachstechnik ebenso, wie für das Aufstellen totaler Prothesen, das Fräsen oder das Schichten von keramischen Kronen. Oft sind es aber nur kleine Veränderungen, die uns einen entscheidenden Schritt nach vorne bringen.

Veränderungen in der Bedienung neuer technischer Geräte sind natürlich wesentlich

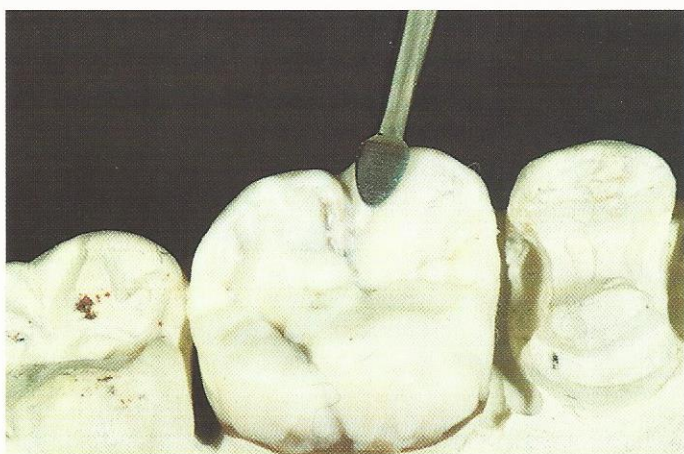


Abb. 17 Mit dem gelben Instrument kann das Profil der Höcker sehr schön rekonstruiert werden

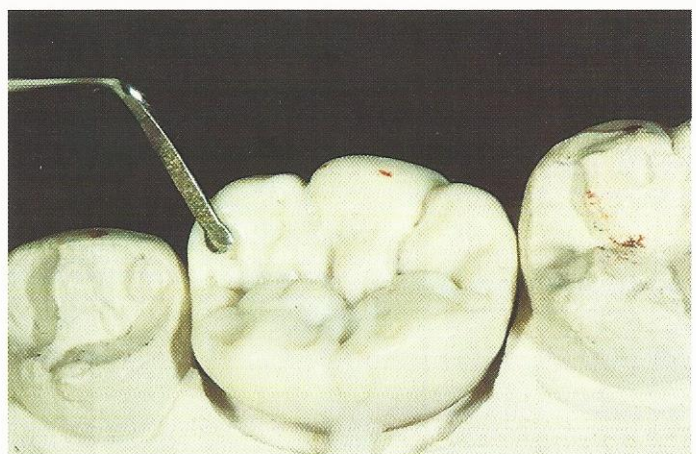


Abb. 18 Das orangefarbene Instrument eignet sich sehr gut zum Anlegen kleiner Mulden auslaufender Fissuren

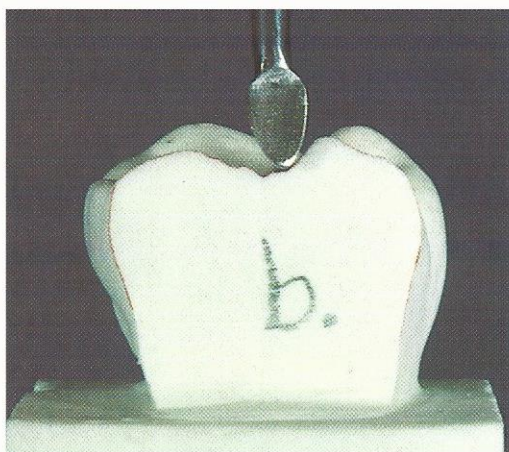


Abb. 19 Solche Instrumente sind zum Ausmodellieren einer Kaufläche geeignet

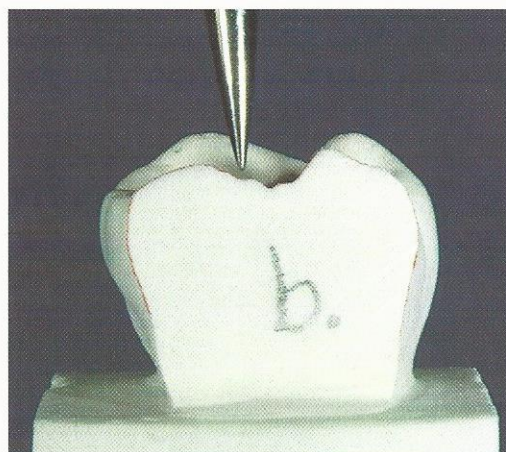


Abb. 20 Diese Instrumente sind zum Ausformen der Kaufläche nicht geeignet

einfacher und schneller umzusetzen. Moderne Geräte sind aus der Zahntechnik auch nicht mehr wegzudenken, da sie uns in vielen Bereichen die Arbeit erleichtern. Sie werden aber auch in Zukunft nicht in der Lage sein, uns gänzlich zu ersetzen. □

#### Literaturverzeichnis

- [1] Jordan, Kraus, Abrams; Dental Anatomie and Okklusion
- [2] Robert P. Renner; Anatomie und Ästhetik des masticatorischen Systems
- [3] K. W. Alt, J. C. Türp; Die Evolution der Zähne

M. H. Polz sehr schön erkennen (zu finden im Buch Inlay/Onlay-Techniken, Verlag Neuer Merkur, erstes Kapitel).

Jede Technik erfordert heute spezielle Werkzeuge. In Abbildungen 19 und 20 ist ein ge-

eignetes Instrument zum Modellieren einer Kaufläche und ein ungeeignetes zu sehen. Mit den richtigen Werkzeugen sollten wir in der Lage sein, die an uns gestellten Anforderungen zu erfüllen.

### Fazit

Für mich stellt sich die Frage, ob wir nicht etwas bequem geworden sind. Natürlich ist es unangenehm, sich so eine Frage zu stellen. Es kostet

#### Korrespondenzadresse:

Thomas Neumann  
Am Buchenhang 36  
42929 Wermelskirchen  
Telefon (0 21 96) 43 02