



Histo-anatomische Aufwachstechnik zur Nachahmung der natürlichen Seitenzähne

# WAX-UP WIE GEWACHSEN

Ein Beitrag von ODT Nico Squicciarini und Ztm. Sascha Hein, beide Bad Wörishofen/  
Deutschland

## KONTAKT

▪ ODT Nico Squicciarini  
Dentallabor Christ GmbH  
Karl-Benz-Straße 25  
86817 Bad Wörishofen  
Fon +49 8247 5320  
nico.sq.91@hotmail.it

▪ Ztm. Sascha Hein  
Emulation GmbH  
Gutenbergweg 6A  
86825 Bad Wörishofen  
Fon +49 8247 9062285  
s.hein@bio-emulator.com  
www.emulation.me

## INDIZES

- Aufwachstechnik
- Histo-anatomie
- Morphologie
- Ooptische Eigenschaften
- Zahnfarbendes Wachs

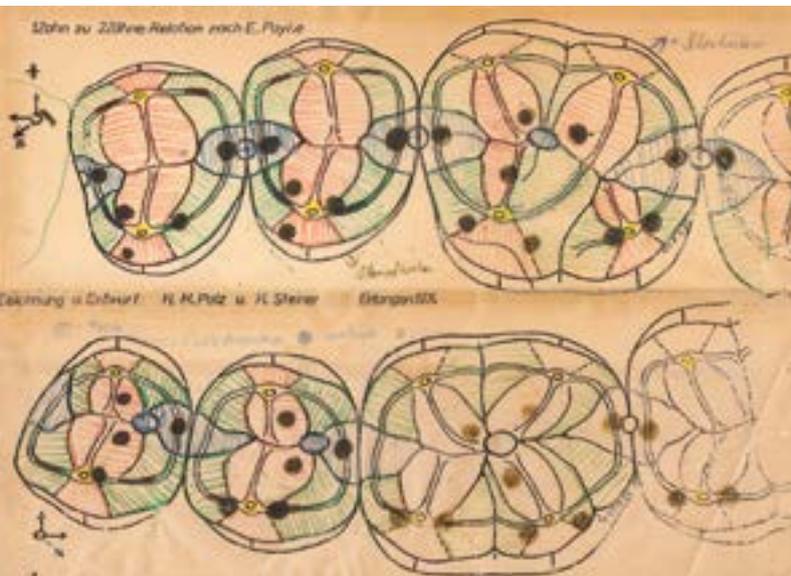


Die wissenschaftliche Forschung der vergangenen 17 Jahre hat zahlreiche technologische Neuerungen hervorgebracht, die die traditionellen Fertigungsprozesse in Dentallabor und Praxis umwälzend verändert haben. Durch die verlockenden Möglichkeiten der modernen CAD/CAM-Technologie können jedoch wertvolle handwerkliche Fähigkeiten – besonders während der zahntechnischen Ausbildung – in die Zweitrangigkeit verbannt werden. Ziel dieses Beitrags ist es, jungen Kollegen und angehenden Zahntechnikern die Leidenschaft für das traditionelle Handwerk zu vermitteln und gleichzeitig Einblicke in die histo-anatomische Architektur des Wunderwerks „natürlicher Zahn“ zu gewähren.

**DD-CODE**▪ **eyo64**

Einfach diesen dd-Code in das Suchfeld auf [www.dentaldialogue.de](http://www.dentaldialogue.de) eintragen und zusätzliche Inhalte abrufen

**HOMEPAGE**



**01** Original Kursskript von Michael Heinz Polz aus dem Jahre 1974. Mit dem bio-mechanischen Aufwachskonzept und dem „Okklusalen Kompass“ hinterließ Polz ein geistiges Erbe, das die Deutsche Zahntechnik und Zahnmedizin bis heute nachhaltig beeinflusst hat

**02** Aufwachsübung nach dem NAT-System von Dieter Schulz aus dem Jahr 1997 (Übungsarbeit von S. Hein). Hierbei wurden die funktionellen Nutzbereiche auf der Kaufläche von Dieter Schulz in den 1990er Jahren mithilfe eines inzwischen international verbreiteten Farbcodes weiter systematisiert

## Einleitung

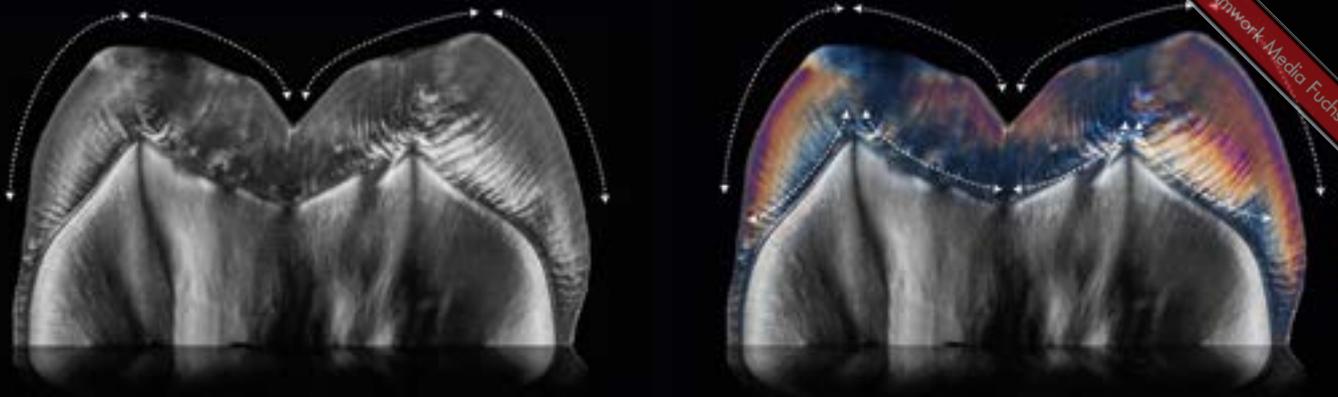
Vor etwa zehn Jahren gelang es mithilfe der biogenerischen Kaufläche erstmals, den Grundstein für die mathematische Beschreibung von natürlichen Okklusionsmorphologien zu legen. Dieser Ansatz basierte auf der Analyse tausender intakter Zahnoberflächen und auf objektiven algorithmischen Gesetzmäßigkeiten [1]. Somit wurde diese Beschreibung unabhängig von jeglichem, spezifischen Expertenwissen getroffen und konnte so alle bisher geltenden Okklusionskonzepte umfassen [2]. Aufgrund der fortwährenden Weiterentwicklungen dieser innovativen Technik ist es heute möglich, funktionelle zahnfarbene Restaurationen mit korrekter Morphologie, effizient und mit relativ geringen handwerklichen Vorkenntnissen herzustellen [3]. Obwohl diese Entwicklung einen Fortschritt für das Berufsbild des Zahn-technikers darstellt, sollte darauf geachtet werden, dass die handwerkliche Fähigkeit einen Zahn detailgetreu und in Originalgröße in Wachs modellieren zu können, nicht in Vergessenheit geraten darf. Um wirklich in der Lage zu sein, eine CAD/CAM-Restauration farblich und morphologisch vollenden zu können, ist nach wie vor ein hohes Maß

an manuellem Knowhow erforderlich. Die Aufwachstechnik bietet hierbei die Möglichkeit, morphologische Grundkenntnisse zu erwerben. Wenn es jedoch um die Umsetzung in zahnfarbene Werkstoffe geht, zählt nicht nur das Wissen über die externe Hülle des Zahns (die „Exomorphologie“), sondern auch über die dreidimensionale, topographische Struktur des histo-anatomischen Komplexes des natürlichen Zahns, da dieser maßgeblichen Einfluss auf seine optischen Eigenschaften hat [3].

## Historischer Überblick

Bestrebungen, die Morphologie und vor allem die funktionellen Zusammenhänge des natürlichen Gebisses besser zu verstehen, haben ihren Ursprung in den späten 60er Jahren [4,5]. Nach den ersten statischen Erkenntnissen waren die folgenden 20 Jahre davon geprägt, die dynamischen Bewegungsmuster des Unterkiefers exakt zu erfassen und nachzuempfinden. Dies gipfelte in dem Versuch, eine exakte mechanische Simulation des Patienten im Artikulator zu erzielen, um dann auf dieser Grundlage Zahnersatz herzustellen. Das Zeitalter der Gnathologie hatte begonnen. Die erfolgreiche Aufzeich-

nung und Reproduktion der individuellen funktionellen und nicht-funktionellen Bewegungsbahnen jedes einzelnen Patienten sollte die finale Restauration erheblich verbessern. Diese Verbesserung sollte wiederum maßgeblich dadurch gekennzeichnet sein, dass bei derartig angefertigten Versorgungen nur geringe Einschleif-Maßnahmen beim Einsetzen notwendig werden und sie im Vergleich zu konventionell hergestellten Restaurationen eine höhere klinische Langlebigkeit aufweisen. Der entsprechend notwendige Aufwand sollte der Beweis für den erhofften sowie den tatsächlichen Erfolg derartiger Restaurationen liefern [6]. Die systematische, evidenzbasierte Forschung der vergangenen 15 Jahre konnte allerdings keine Beweise dafür erbringen, dass sich der Einsatz eines Gesichtsbogens und/oder eines voll justierbaren Artikulators tatsächlich positiv auf die Einschleifzeiten im Mund oder auf den klinischen Langzeiterfolg von Zahnersatz auswirkt [7-10]. Darüber hinaus gelang es ebenfalls nicht, einen Zusammenhang zwischen Okklusion und Kiefergelenkerkrankungen herzustellen [11]. Aus heutiger Sicht betrachtet, erscheinen manche der damaligen Bestrebungen von einem eher dogmatischen Charakter



**03** Um die topographische Struktur des histo-anatomischen Komplexes des natürlichen Zahns besser verstehen zu können, ist es zunächst hilfreich, die dreidimensionale Verteilung von Schmelz und Dentin zu analysieren. Hierbei ist eine ausgeprägte Dentin-Konkavität an der oberen Bukkalfläche zu erkennen. Sie befindet sich am Übergang des mittleren Drittels und weist bei oberen und unteren Molaren und Prämolaren einen Wendepunkt zum okklusalen Drittel auf. Durch sie entsteht eine sogenannte „Sigmoidkurve“ (konvexer Schmelz/konkaves Dentin)

geprägt gewesen zu sein [12]. Nichts desto trotz repräsentiert die Ära der 80er Jahre in der Deutschen Zahntechnik die Blütezeit der Aufwachstechnik. Es gelang das Wissen und die Ideen der Pioniere der Gnathologie aus den späten 60er Jahren mit der Beobachtungsgabe und handwerklichen Fähigkeit des Zahntechnikers zu vereinen [13]. Der vor 17 Jahren verstorbene Zahntechnikermeister *Michael Heinz Polz* hat mit seinem bio-mechanischen Aufwachskonzept und dem „Okklusalen Kompass“ die Deutsche Zahntechnik und Zahnmedizin nachhaltig beeinflusst [14,15] (Abb. 1). Die darin definierten Nutzbereiche auf der Kaufläche wurden von *Dieter Schulz* in den 1990er Jahren mithilfe eines inzwischen international verbreiteten Farbcodes (NAT – Naturgemäße Aufwachstechnik) weiter systematisiert [16-20] (Abb. 2).

### Topographische Struktur des histo-anatomischen Komplexes

Um die topographische Struktur des histo-anatomischen Komplexes des natürlichen Zahns besser zu verstehen, ist es zunächst hilfreich, die dreidimensionale Verteilung von Schmelz und Dentin zu analysieren.

*Bazos* und *Magne* [21] beschrieben erstmals eine ausgeprägte Dentin-Konkavität an der oberen Bukkalfläche. Sie befindet sich am Übergang des mittleren Drittels und weist bei oberen und unteren Molaren und Prämolaren einen Wendepunkt zum okklusalen Drittel auf. Durch sie entsteht eine sogenannte „Sigmoidkurve“ (konvexer Schmelz/konkaves Dentin) (Abb. 3). Diese lokalisierte Schmelzverdickung kann als biomechanischer Verstärkungsmechanismus verstanden werden, um die für den Seitenzahnbereich typischen, hohen Druckbelastungen auszugleichen. Abgesehen von diesen mechanischen Zusammenhängen üben die Sigmoidkurven auch Einfluss auf die optischen Eigenschaften des Zahns aus: durch die Varianz der Schmelzdicke, die sie definieren.

### Optische Einflüsse der histo-anatomischen Morphologie

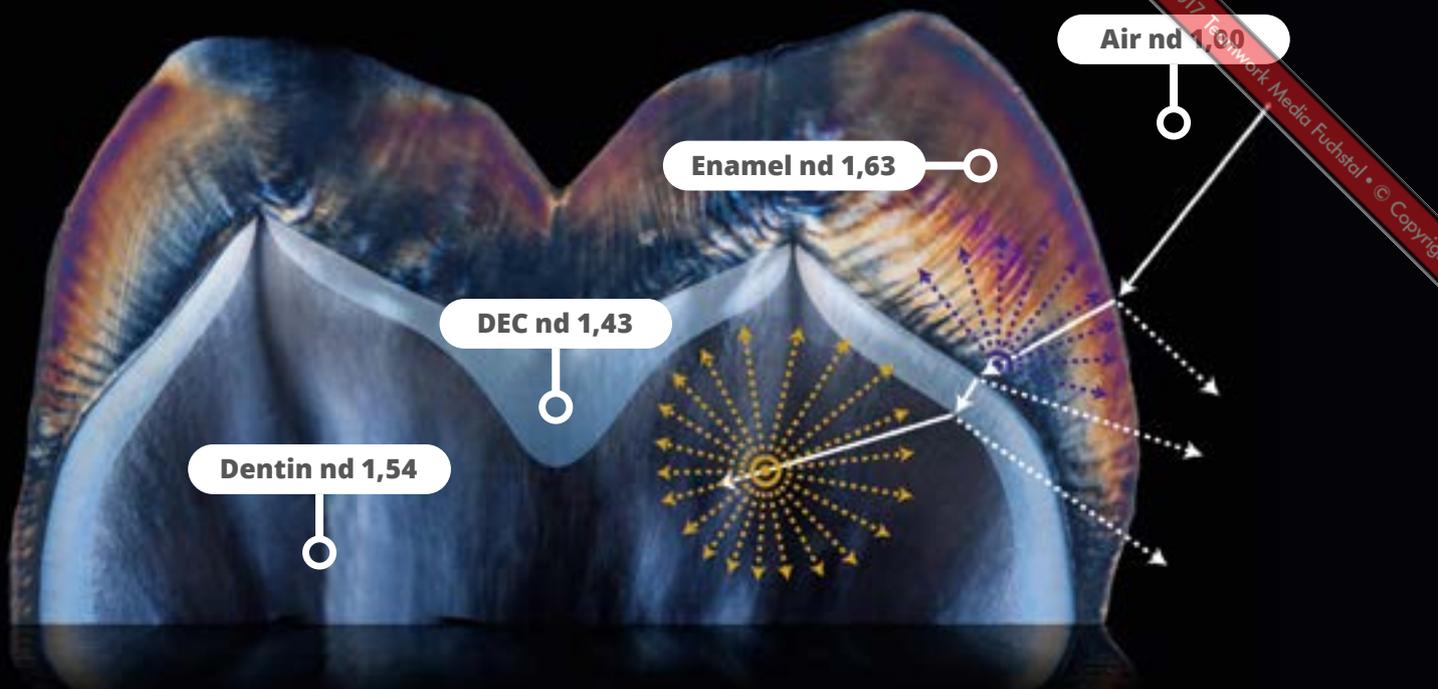
Obwohl die bio-mechanische Aufwachstechnik ursprünglich rein funktionell motiviert war, stellte sie praktischerweise eine didaktische Methodik dar, um die Exomorphologie des Zahns naturgemäß und ästhetisch zu

imitieren. Im Zuge der Digitalisierung ist jedoch nicht nur die Reproduktion der Anatomie anhand von Algorithmen und digitalen Bibliotheken von Relevanz, sondern auch die Imitation der optischen Eigenschaften von natürlichen Zähnen. Diese setzen sich prinzipiell aus drei Komponenten zusammen:

- Die komplexe, direktional abhängige (anisotrope) Lichtpropagation und Lichtstreuung des Dentins
- Die komplexe direktional unabhängige (isotrope) Lichtpropagation und Lichtstreuung des Schmelzes
- Die unterschiedliche volumetrische Verteilung (unterschiedliche Dicken) zwischen Dentin und Schmelz

Die ersten beiden Komponenten könnten als optische Materialeigenschaft des Dentins und Schmelzes betrachtet werden [22] während die letztere durch die dreidimensionale histo-anatomische Topografie des natürlichen Zahns bedingt ist [21,23] (Abb. 4).

Der natürliche Zahn besteht aus drei wesentlichen Schichten, die verschiedene Brechungsindexe aufweisen: dem Schmelz (nd 1,64), dem Dento-Enamel-Komplex oder Dento-Enamel-Complex – kurz DEC – (nd 1,43) und dem Dentin (nd 1,54).



**04** Der natürliche Zahn besteht aus drei wesentlichen Schichten, die allesamt verschiedene Brechungsindexe aufweisen: dem Schmelz (nd 1,64), dem Dento-Enamel-Komplex (engl. „Dento-Enamel-Complex“ DEC; blau eingezeichnet)(nd 1,43) und dem Dentin (nd 1,54). Hierbei handelt es sich jedoch nicht um absolute Werte, sondern um relative, da lokalisierte Variationen der jeweiligen Brechungsindexe häufig vorkommen. Eine nicht-lineare Lichtpropagation wird dadurch verursacht, dass ein einfallender Lichtstrahl während seiner Reise durch die verschiedenen Schichten des Zahns mehrere Male seinen Propagationswinkel ( $\theta$ ) ändern muss. Am Übergang von einer Schicht zur anderen, also von einem Brechungsindex zum anderen, wird außerdem eine gewisse Menge von Licht zurück reflektiert (Totalreflexion). Diese Vorgänge lassen sich anhand des Snelliusschen Brechungsgesetzes (Änderung des Propagationswinkels) sowie der Fresnelschen Formeln vorhersagen. Durch die sehr kleinen ( $< 260$  nm) Hydroxylapatitkristalle entsteht im natürlichen Schmelz eine bläuliche, opalisierende (elastische) Lichtstreuung, während die größeren Dentinkanälchen ( $> 780$  nm) eine charakteristische gelbliche Lichtstreuung verursachen, die dem Zahn seine Eigenfarbe verleiht



**05** Um den histo-anatomischen Einfluss auf die Zahnfarbe besser verstehen und imitieren zu können, bieten sich Aufwachsübungen mit zahnfarbenem Wachs, wie dem GEO Expert Wax Set A. Bruguera von Renfert an. Das Wachs-Set umfasst Modellier- und Effektwachs und erlaubt dabei aufgrund seiner hervorragenden Modellier- und Schabeigenschaften schnelles und sauberes Modellieren eines Wax-ups. Dank einer ausgewogenen Fließ- und Erstarrungszeit mit einer optimalen Standfestigkeit lassen sich zudem selbst feinste Strukturen wie Höcker und Mamelons präzise modellieren



**06 & 07** Ziel ist es, anhand des natürlichen Vorbildes nicht nur – wie traditionell üblich – die Exomorphologie der Seitenzähne nachzuahmen, sondern auch die innere Endomorphologie des Dentins, um so die optische Wechselwirkung beider Komponenten besser verstehen zu können

Hierbei handelt es sich jedoch nicht um absolute Werte, sondern um relative, da lokalisierte Variationen der jeweiligen Brechungsindexe häufig vorkommen [24]. Eine nichtlineare Lichtpropagation wird dadurch verursacht, dass ein einfallender Lichtstrahl während seiner Reise durch die verschiedenen Schichten des Zahns mehrere Male seinen Propagationswinkel ( $\theta$ ) ändern muss.

Am Übergang von einer Schicht zur anderen, also von einem Brechungsindex zum anderen, wird außerdem eine gewisse Menge von Licht zurück reflektiert (Totalreflexion) [24-26]. Diese Vorgänge lassen sich anhand des Snelliusschen Brechungsgesetzes (Änderung des Propagationswinkels) sowie der Fresnelschen Formeln vorhersagen. Durch die sehr kleinen ( $< 260$  nm) Hydroxylapatitkristalle entsteht im natürlichen Schmelz eine bläuliche, opalisierende (elastische) Lichtstreuung, während die größeren Dentinkanälchen ( $> 780$  nm) [27] eine charakteristische gelbliche Lichtstreuung verursachen, die dem Zahn seine Eigenfarbe verleiht [28].

In diesem Zusammenhang ist es interessant festzustellen, dass in der Literatur häufig berichtet wurde, dass die Zahnfarbe maßgeblich vom Dentin diktiert wird. Dies scheint die häufige Wahrnehmung zu bestä-

tigen, dass die Transluzenz von natürlichem Schmelz höher ist, als die von natürlichem Dentin. Dies ist jedoch nicht ganz zutreffend. Eine Studie von Yu et al [29] konnte zeigen, dass die durchschnittliche Transluzenz von Schmelz nur geringfügig höher ist (etwa 2 %) als die von Dentin. Die Tatsache, dass die Transluzenz eine Funktion der Dicke eines Zahns ist, und das Dentin in der Regel dicker ist als Schmelz, wurde häufig übersehen. Folglich übt die Schmelzdicke einen erheblichen Einfluss auf die Helligkeit eines natürlichen Zahns aus. Frühe Studien von Kraus [30] (1952) konnten zeigen, dass der Schmelz an der Bukko-Okklusalen-Fläche des ersten unteren Molaren die größte Schmelzdicke im gesamten Gebiss aufweist (1,8 bis 2,2 mm). Aus diesem Grund hat der untere erste Molar ohne jegliche Abrasions- oder Erosionserscheinungen normalerweise die höchste Helligkeit aller Zähne.

Besonders das Verhältnis aus koronaler Konfiguration und Schmelzdicke (drei Komponenten) findet in den neusten Ansätzen zur digitalen Reproduktion ebenfalls anklang [31]. Hierbei wird angestrebt, derartige, histo-anatomische Restaurationen komplett maschinell zu reproduzieren. Erreicht werden soll dies durch eine Hybridisierung aus subtraktiven (CAD/CAM-gestütztes Fräsen)

und additiven (3D-Druck) Fertigungstechnologien [32]. Inwieweit dies in der näheren Zukunft tatsächlich realisierbar sein wird, ist zurzeit noch ungewiss [33].

### Die histo-anatomische Aufwachstechnik

Um den histo-anatomischen Einfluss auf die Zahnfarbe besser zu verstehen und zu imitieren bieten sich Aufwachsübungen mit zahnfARBENEM Wachs an (GEO Expert, Renfert GmbH). Das Wachs-Set nach August Bruguera erlaubt dabei das schnelle und saubere Modellieren eines Wax-ups mittels Modellier- und Effektwachsen, die hervorragende Modellier- und Schabeigenschaften aufweisen. Damit lassen sich aufgrund der ausgewogenen Fließ- und Erstarrungszeit gepaart mit einer optimalen Standfestigkeit selbst feinste Strukturen wie Höcker und Mamelons präzise modellieren (Abb. 5).

Ziel ist es, anhand des natürlichen Vorbildes nicht nur – wie traditionell üblich – die Exomorphologie der Seitenzähne nachzuahmen, sondern auch die innere Endomorphologie des Dentins, um dadurch die optische Wechselwirkung beider Komponenten besser verstehen zu können (Abb. 6 und 7).



**08 - 16** Systematische Darstellung der histo-anatomischen Topografie der oberen Prämolaren und Molaren

## Atlas der histo-anatomischen Studie der oberen und unteren Seitenzähne

Die **Abbildungen 8 bis 16** zeigen systematisch die histo-anatomische Topografie der oberen Prämolaren und Molaren. Die **Abbildungen 17 bis 25** betreffen die unteren Seitenzähne. Beim natürlichen Vorbild sind die Sigmoidkurven auch auf der Okklusalfäche zu finden. Sie formen die histo-anatomische Grundlage des Dentins für die konvexen, wulstförmigen, vorgelegerten Funktionselemente der Kaufläche die von *Polz* gelegentlich als „Rucksackhöcker“ bezeichnet wurden (**Abb. 25**). In den **Abbildungen 16 und 25** ist der Histo-anatomische Komplex von palatinal/lingual dargestellt. Hier lässt sich gut erkennen, dass das Prinzip der Sigmoidkurven auch in approximaler Richtung zutrifft, und die aus biomechanischer Sicht notwendigen, starken Schmelzrandleisten ermöglichen. Die **Abbildung 27** gibt einen histo-anatomischen Einblick in die okklusale Beziehung in einer normalen Ein- zu Zweizahnbeziehung. Hier wird die funktionelle Relevanz hinter der dreidimensionalen, histo-anatomischen Topografie der Seitenzähne deutlich. Sie ermöglicht eine gleichmäßige Kraftverteilung wie sie in der Literatur bereits mehrmals beschrieben wurde und verleiht dem Zahn eine außerordentliche mechanische Widerstandsfähigkeit [34].

### Schlussbetrachtung

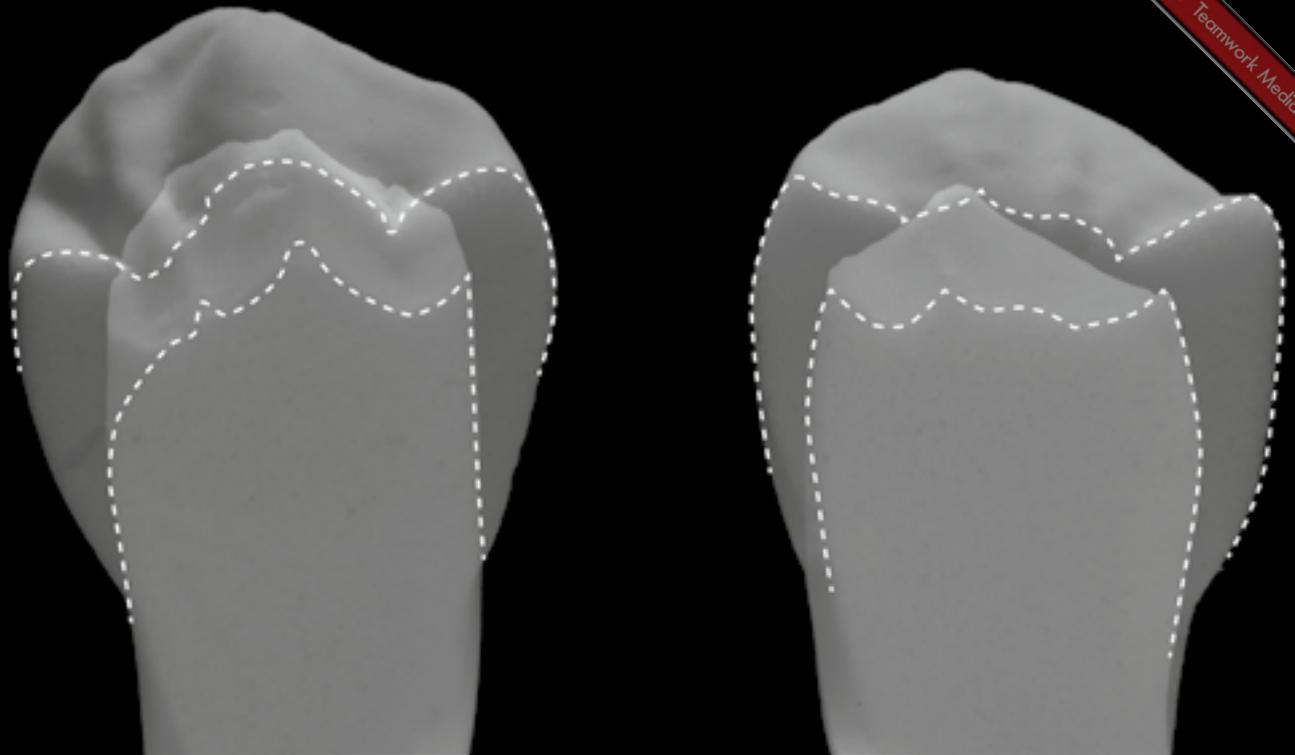
Die histo-anatomische Aufwachstechnik ist eine didaktische Methode für Schüler des natürlichen Zahns. Trotz dem kontroversen Erbe der Gnathologie-Ära steht sie nicht im Widerspruch zur traditionellen bio-mechanischen Aufwachstechnik und ihren funktionellen Prinzipien. Vielmehr beinhaltet die histo-anatomische Aufwachstechnik die tradierten Techniken und entwickelt sie weiter, indem sie diese mit neueren, wissenschaftlichen Erkenntnissen über die histo-anatomische Topografie des natürlichen Zahns kombiniert. Die dreidimensionale Beziehung zwischen den optisch

unterschiedlichen Medien, Schmelz, DEC und Dentin übt erheblichen Einfluss auf die farbliche und optische Erscheinung des Zahns aus. Somit wird das klassische Wissen über die Anatomie, welches traditionell mithilfe von Wachs vermittelt und geübt wurde, nun mit einem umspannenden optischen und funktionellen Verständnis erweitert. Dieser Ansatz bietet die ideale Grundlage für die händische Veredelung von maschinell hergestellten Unterlagen. Das hierbei verwendete Geo Expert Wachs nach *A. Bruguera* ist für derartige Zwecke optimal geeignet, da es nicht nur zahnfarben, sondern auch transluzent ist. Wer sich mit der histo-anatomischen Aufwachstechnik zum ersten Mal auseinandersetzt, wird schnell merken wie schwierig es ist, die korrekte Anatomie im korrekten Größenverhältnis zu wahren, und sich nicht von den transluzenten Eigenschaften des Wachses in die Irre führen zu lassen [35]. Bei der gelungenen Umsetzung entsteht ein höchst realistischer Eindruck vom Zusammenspiel der verschiedenen histo-anatomischen Strukturen des natürlichen Zahns, der beeindruckend an das natürliche Vorbild erinnert.

Den Autoren liegt es am Herzen, die Erinnerung an die alten Meister zu wahren und ihre Leistungen anzuerkennen. Das Erbe von *Michael Heinz Polz* und *Dieter Schulz* ist heute, trotz des allgegenwärtigen, digitalen Wandels vielleicht so wichtig wie nie zuvor. Denn der Einzug der digitalen Technologien und der damit verbundene Anstieg an Automatisierung ist Segen und Fluch zugleich. Es ist zu begrüßen, dass junge Kollegen den Umgang mit dem Computer auf eine selbstverständliche, natürliche Art und Weise beherrschen und ebenso ist es zutiefst bedauerlich, dass altes Wissen über die Anatomie und die Funktion des natürlichen Zahns zunehmend in Vergessenheit gerät. Die künstlerische Schöpfung ist eine menschliche Gabe und kann selbst von der cleversten Technologie nicht substituiert werden.



**17 - 25** Systematische Darstellung der histo-anatomischen Topografie der unteren Prämolaren und Molaren



**26** Beim natürlichen Vorbild sind die Sigmoidkurven auch auf der Okklusalfäche zu finden. Sie formen die histo-anatomische Grundlage des Dentins für die konvexen, wulstförmigen, vorgelagerten Funktionselemente der Kaufläche, die von Polz gelegentlich als „Rucksackhöcker“ bezeichnet wurden



**27** Histo-anatomischer Einblick in die okklusale Beziehung bei einer normalen Ein- zu Zweizahnbeziehung. Hier wird die funktionelle Relevanz hinter der dreidimensionalen, histo-anatomischen Topografie der Seitenzähne deutlich: Sie ermöglicht eine gleichmäßige Kraftverteilung wie sie in der Literatur bereits mehrmals beschrieben wurde und verleiht den Zähnen eine außerordentliche mechanische Widerstandsfähigkeit

## PRODUKTLISTE

Produkt	Name	Firma
Blitzschiene	Axis 45 °	Emulation
Computer	Mac Pro und Mac Book Pro	Apple
Gips	Sherapure	Shera
Kamera	D810	Nikon
Modellierinstrument	Ergo Wax	Renfert
Musik	System of a Down „Toxicity 2001“	American Recording
Objektiv	Laowa Super Macro Lens V-DX 60 mm F2,8 Macro 2:1	Laowa
Wachs, zahnfarben	Geo Expert Wachs nach A.Bruguera	Renfert
Wachsmesser	Waxelectric II	Renfert

## EMPFOHLENE LITERATUR

Titel	Autor und Journal/Verlag
Critical review of some dogmas in prosthodontics.	Carlsson G, Journal of Prosthodontic Research 2009; 53:3-10
Okklusionskonzepte. Kapitel II; Die Anfänge der funktionell-orientieren Kauflächengestaltung.	Suckert R, Verlag Neuer Merkur
NAT – Die Naturgemäße Aufwachstechnik. Teil 1: Der anteriore Bereich.	Schulz D, Fuchstal: teamwork media, 2003.
Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness.	ten Bosch JJ, Coops JC, Journal of Dental Research 1995; 74:374-380
Bio-Emulation: Biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; structural analysis.	Bazos P, Magne P. European Journal of Esthetic Dentistry 2011; 6:8-19
Bio-Emulation: Biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; visual synthesis.	Bazos P, Magne P. International Journal of Esthetic Dentistry 2014; 9:330-52

### WERDEGANG

Nico Squicciarini stammt aus Gravina in Puglia, Italien. Von 2005 bis 2010 absolvierte er seine zahn-technische Ausbildung an der IPSIA L.Santarella in Bari. Von 2010 bis 2015 arbeitete er in einem ge-werblichen Labor in Gravina in Puglia. Seit 2016 ist er Mitarbeiter der Dentaltechnik Christ GmbH in Bad Wörishofen. Der Schwerpunkt seines Schaffens liegt in den Bereichen Morphologie und Ästhetik. Dabei ist seine Herangehensweise stark von der Leidenschaft und Liebe zu seinem Beruf geprägt. Mit derselben Leidenschaft gibt Nico Squicciarini sein Wissen auch an seine Kollegen weiter.

Sascha Hein absolvierte seine Ausbildung zum Zahntechniker von 1994 bis 1997 in Bad Wörishofen. Im Jahr 2000 besuchte er das Kuwata College in Itabashi, Tokyo. Anschließend arbeitete er in den Emiraten. Nach weiteren Auslandsaufenthalten in Australien besuchte er 2004/05 die Meisterschule in Freiburg im Breisgau, die er mit der besten praktischen Prüfung absolvierte. Im Jahr 2007 wurde er von Willi Geller in die internationale Oral Design Gruppe aufgenommen. Von 2006 bis 2013 betrieb er ein eigenes Labor in Perth Australien. Seit 2010 ist er ebenfalls Mitglied der internationalen Bio-Emulation Gruppe der er zurzeit zusammen mit Dr. Javier Tapia Gaudix als Präsident vorsteht.



## LITERATUR

- [1] Mehl, A., Blanz, V., Hickel, R.: Biogeneric tooth: a new mathematical representation for tooth morphology in lower first molars. *Eur J Oral Sci* 2005; 113:333-340
- [2] Miller K, Noack F. Anwendungsspektrum eines CAD/CAM-Systems mit transluzentem und opakem ZrO<sub>2</sub>. *Quintessenz Zahntech* 2013; 39:150-158
- [3] Staley R. Dentin Crown Surface of Human Adult Incisor Teeth. *J Dent Res* 1968;47:824-828
- [4] Lundeen HC. *Introduction to Occlusal Anatomy*. Lexington, 1969
- [5] Thomas PK. *Syllabus on Full Mouth Waxing Technique for Rehabilitation*. San Diego: Instant Printing Service, 1967
- [6] DeWood, Gary M., „Gnathology and Pankey-Mann-Schuyler : fulfilling the requirements of occlusion in oral rehabilitation“. Master's and Doctoral Projects. 2004: Paper 3. <http://utdr.utoledo.edu/graduate-projects/3>
- [7] Shodadai SP, Turp JC, Gerds T, Strub JR. Is there a benefit of using an arbitrary facebow for the fabrication of a stabilization appliance? *Int J Prosthodont* 2001;14:517-22
- [8] Nascimento DFF, Patto RBL, Marchini L, Cunha VPP. Double-blind study for evaluation of complete dentures made by two techniques with and without face-bow. *Braz J Oral Sci* 2004;3:439-45
- [9] Kawai Y, Murakami H, Shariati B, Klemetti E, Blomfield JV, Billette L, et al. Do traditional techniques produce better conventional dentures than simplified techniques? *J Dent* 2005;33:659-68
- [10] Heydecke G, Akkad AS, Wolewitz M, Vogeler M, Türp JC, Strub JR. Patient ratings of chewing ability from a randomised crossover trial: lingualised vs. first premolar/canine-guided occlusion for complete dentures. *Gerodontology* 2007;24:77-86
- [11] Carlsson G. Critical review of some dogmas in prosthodontics. *Journal of Prosthodontic Research* 2009;53:3-10
- [12] Carlsson G. Some dogmas related to prosthodontics, temporomandibular disorders and occlusion. *Acta Odontologica Scandinavica* 2010;68:313-323
- [13] Suckert R. Okklusionskonzepte. Kapitel II; Die Anfänge der funktionell-orientieren Kauflächengestaltung. 1999;2:ISBN 39211280-869
- [14] Schunke S. Das biomechanische Prinzip nach Zahntechnikermeister M. H. Polz In Memoriam Michael Heinz Polz. *Quintessenz Zahntech* 2010;36:Seite 50-60
- [15] Krueger-Jansen U. Der okklusale Kompass: Aufzeichnung der Bewegungsrichtungen des Unterkiefers und Zuordnung zu bestimmten Funktionsbereichen auf der Kaufläche. *Quintessenz* 2013;64:413-422
- [16] Schulz D. NAT – Die Naturgemäße Aufwachstechnik. Teil 1: Der anteriore Bereich. Fuchstal: Teamwork Media, 2003.
- [17] Schulz D. NAT – Die Naturgemäße Aufwachstechnik. Teil 2: Der posteriore Bereich. Fuchstal: Teamwork Media, 2008.
- [18] Schulz D. Natur- und Funktionsgerechte Rekonstruktionen – N.F.R. Workshopbuch, Dental Workshop Bensheim.
- [19] Schulz D. Das Beste aus 7 Jahren Bensheimer Treff. Vortrag, Fortbildungstagung „Wieland präsentiert“, Bensheim, 18.-19.02.1994.
- [20] Ruge S. Zur Quantifizierung der funktionellen Okklusion – Entwicklung spezieller Analyseverfahren für den Einsatz digitaler Technologien in der Zahnmedizin. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Wissenschaften in der Medizin. 2014. Aus der Abteilung für CAD/CAM- und CMD-Behandlung der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Alterszahnheilkunde und medizinische Werkstoffkunde im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universitätsmedizin der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.
- [21] Bazos P, Magne P. Bio-Emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; structural analysis. *Eur J Esthet Dent*. 2011;6:8-19
- [22] ten Bosch JJ, Coops JC. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *J Dent Res* 1995;74:374-380
- [23] Bazos P, Magne P. Bio-Emulation: Biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; visual synthesis. *Int J Esthet Dent*. 2014;9:330-52
- [24] Hariri I. Estimation of the enamel and dentin mineral content from the refractive index. *Caries Res* 2013;47:18-26.
- [25] Hariri I, Sadr A, Shimada Y, Tagami J, Sumi Y. Effects of structural orientation of enamel and dentine on light attenuation and local refractive index: an optical coherence tomography study. *J Dent* 2012;40:387-396.
- [26] Eimar H, Marelli B, Nazhat SN, Abi Nader S, Amin WM, Torres J, et al. The role of enamel crystallography on tooth shade. *J Dent* 2011;39(Suppl 3):e3-10.
- [27] Hellwig E, Klimek J, Attin T. *Einführung in die Zahnerhaltung. 1.1.2. Histologische Struktur*. 2013, 6. überarbeitete Auflage. XIV + 657 Seiten, mit 225 Abbildungen in 410 Einzeldarstellungen und 63 Tabellen. ISBN 978-3-7691-3448-3
- [28] Zijp JR, Ten Bosch JJ. Anisotropy of volume-backscattered light. *Appl Opt*. 1997 Mar 1;36(7):1671-80.
- [29] Yu B, Ahn JS, Lee YK. Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2009;67:5764
- [30] Kraus B. Morphologic Relationships Between Enamel and Dentin Surfaces of Lower First Molar Teeth. *J Dent Res* 1952;3:248-256.
- [31] Schweiger J, Edelhoff D, Stimmelmayer M, Güth J-F, Beuer F. Automated Production of Multi-layer Anterior Restorations with Digitally Produced Dentin Cores. *Quintessence J Dent Technol* 2015;207-220
- [32] Schweiger J, Beuer F. Komplexe festsitzende Versorgung unter Anwendung digitaler Dentinkernkronen Teil 1. *Quintessenz Zahntech* 2017;43:40-47
- [33] Edelhoff D, Güth JF, Kieschnick A, Schweiger J. Die additiven CAD/CAM-gestützten Fertigungs-technologien im zahntechnischen Labor. VDZI – Sachverständigenpapier | Oktober 2016 Digitale additive Fertigung im zahntechnischen Labor. [http://www.vdzi.net/fileadmin/user\\_uploads/downloads/pdf/VDZI\\_-\\_Sachverstaendigenpapier\\_Digitale\\_additive\\_Fertigung\\_im\\_zahntechnischen\\_Labor.pdf](http://www.vdzi.net/fileadmin/user_uploads/downloads/pdf/VDZI_-_Sachverstaendigenpapier_Digitale_additive_Fertigung_im_zahntechnischen_Labor.pdf)
- [34] Magne P, Belser U. *Bonded Porcelain Restorations in the Anterior Dentition: A Biomimetic Approach*. Chicago: Quintessence, 2002.
- [35] Schunke S. *Basiswissen zur dentalen Gusstechnik*. Verlag Neuer Merkur 1997.