

Kontur und Textur von Zähnen in der Analyse

~~Untersuchung metallbasierter Medizinprodukte auf Korrosion~~

BJÖRN MAIER

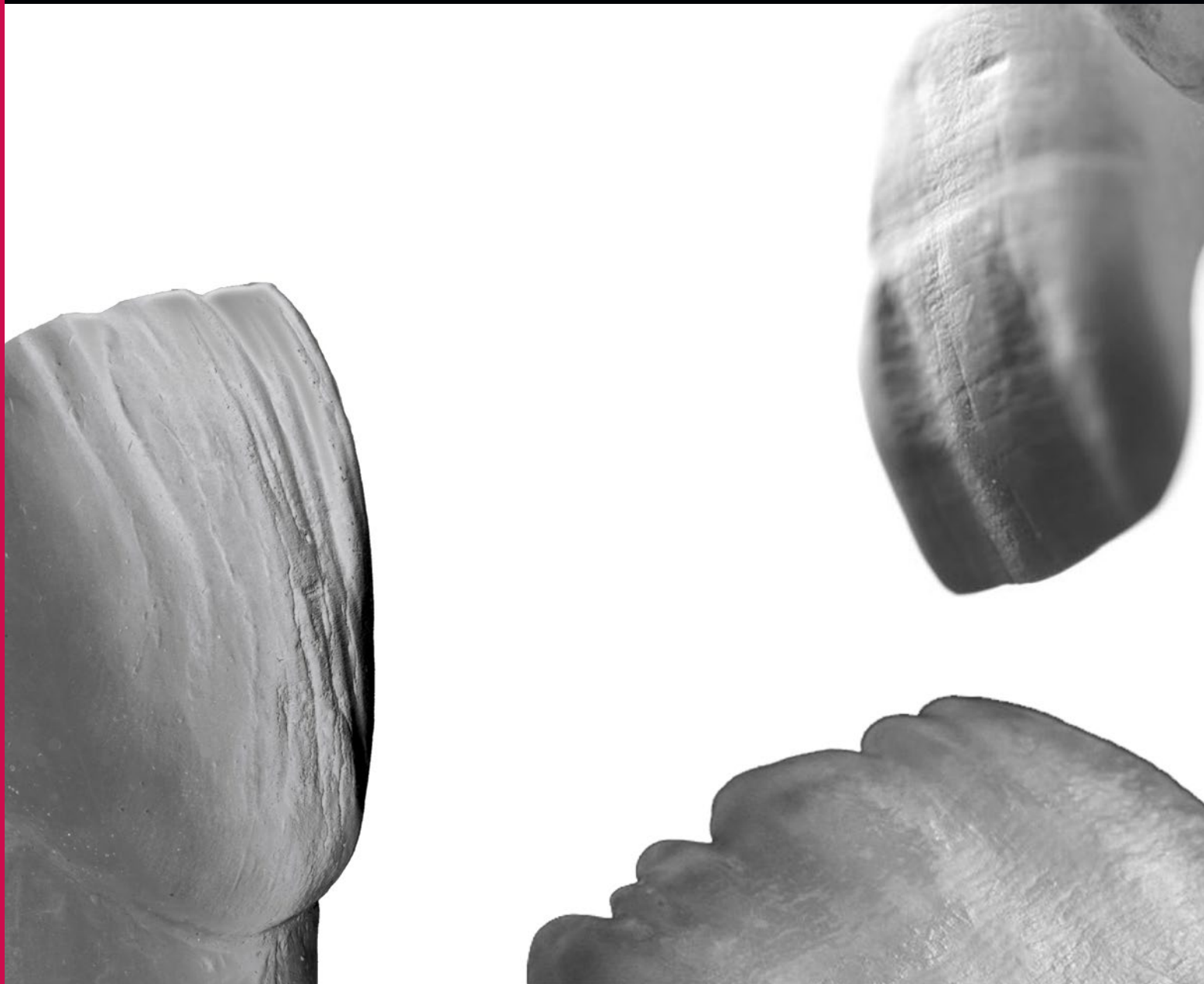




Abb. 1 Zähne sind so individuell wie jeder einzelne Mensch. **Abb. 2 und 3** Gesichtsgometrie, Lippenvolumen, Nasenbreite und weiteres werden analysiert, um die ästhetischen Kriterien von Zahnersatz zu planen.

Zusammenfassung

Die Digitalisierung bietet sehr viele spannende Ansätze im Bereich der Patientenkommunikation und für die effiziente Fertigung von Halbzeugen oder Fertigteilen. Wichtiger sollten allerdings Grundverständnis und Gefühl für die ästhetischen Komponenten sein, denn die Patienten bleiben analog. Entsprechend sollte die Versorgung ein Unikat darstellen, das den Charakter des Patienten widerspiegelt. Hierfür ist es unumgänglich, Verständnis und Gefühl für Morphologie, Strukturen, Winkelmerkmale und farb- und lichtdynamische Eigenschaften zu entwickeln.

Indizes

Ästhetik, Anatomie, Funktion, Morphologie, Oberflächenstruktur

Einleitung

Die Individualität der Menschen wird von der Stunde der Geburt an nicht nur von in der geschlechtlichen Differenzierung geprägt, sondern entwickelt sich angepasst an unsere internen und externen Einflüsse ein Leben lang weiter (Abb. 1). Neben den charakterisierenden Grundstrukturen unterliegt der menschliche Körper einer altersspezifischen Veränderung.

Das Wissen über die menschlichen Körperproportionen spielt dabei eine entscheidende Rolle, um Längen und Größenverhältnisse im relativen Verhältnis zu erkennen. Darauf basierend erge-

ben sich Zusammenhänge, die eine Ableitung der extraoralen Morphologie am gesunden Körper zur Planung der intraoralen Verhältnismäßigkeit ermöglichen.

Gerade über das faciale Erscheinungsbild, den Gesichtsumfang, die Größe, das Wangen- und das Lippenprofil lassen sich viele Informationen über die Zahnform, die Stellung und die Größe der Zähne sammeln. Je mehr Bezahnung bei dem Patienten noch vorhanden ist, desto mehr intraorale Informationen können entnommen werden. Im Umkehrschluss bedeutet das, je weniger Restbezahnung vorliegt, desto wichtiger wird die faciale Analyse (Abb. 2 bis 5).



Abb. 4 und 5 Der hagere Körperbau der Person spiegelt sich in der Gesichtsgeometrie wider und wird in der zahntechnischen Rekonstruktion der Kronen umgesetzt.

Körperbau und Gesichtsgeometrie

Historisch betrachtet versuchten Wissenschaftler immer wieder, den Körperbau des Menschen in Grundtypen zu unterteilen. Die heute noch oft zitierte Unterteilung nach dem Psychiater Ernst Kretschmer (1888 bis 1964) ist vielen schon einmal begegnet.

Die Forschungsarbeiten des US-Wissenschaftlers William Sheldon (1898 bis 1977) führten die drei Grundtypen auf die Veranlagung von Keimblattgeweben des Embryos in ektomorph, mesomorph und endomorph zurück. Dabei unterteilte er diese drei Dimensionen in weitere Ausprägungen, woraus sich 76 Klassen ergaben.

Die Idee des Wissenschaftlers, dass das Keimblattgewebe des Embryos zum unterschiedlichen Ausmaß der Körpermasse führt, ist heute medizinisch widerlegt. In der Humanbiologie werden allerdings durchaus die Körperbautypen zur Beschreibung des individuellen morpho-

logischen Aufbaus eines Menschen genutzt. Entsprechend hilfreich kann diese These auch zur Grundanalyse von Zahnform und Zahnstellung sein.

Zahnstellung

Am markantesten erscheinen beim Lächeln gewöhnlich die oberen Frontzähne. Einen entsprechend hohen Stellenwert nehmen diese in der ästhetischen Analyse ein. Die Stellung der Frontzähne wird oft durch die Platzverhältnisse des Kieferkammes geprägt.

So sind die Zähne bei einem eher anterior spitz zulaufenden Kieferkamm stärker verschachtelt. Da diese Tendenz bei hageren Personen vermehrt zu finden ist, handelt es sich gewöhnlich um schmale Zahnformen. Entsprechend lässt sich bei kräftigen Personen ein größerer anteriorer Platzbedarf beobachten. Begleitet wird dies häufig mit breiteren Zahnformen, die mit prominenten Zahnstellungen einhergehen (Abb. 6 und 7).

Zahnformen

Wie erwähnt, finden sich in den Zahnformen oft die morphologischen Eigenschaften von Körperbau und Gesichtsform wieder. Da die oberen Frontzähne aus ästhetischer Sichtweise die prominentesten Zähne im menschlichen Gebiss sind, kann sich darin die Gesichtsform der Person widerspiegeln. Die banale Aussage, die Geometrie des Gesichtes spiegele sich um 180° gedreht in den oberen Frontzähnen wider, kann durchaus beobachtet werden (Abb. 8).

Auch wenn eine Grundunterteilung der Zahnformen entsprechend der Einteilung nach Kretschmer und Sheldon durchaus umstritten ist, hilft diese, die morphologischen Eigenschaften zu verstehen. Die drei Grundtypen lassen sich sehr gut in der Ausarbeitung der Winkelmerkmale unterteilen. Hat man sich diese punktuelle Grundunterteilung einmal verinnerlicht, steht einer weiteren Abwandlung und Individualisie-

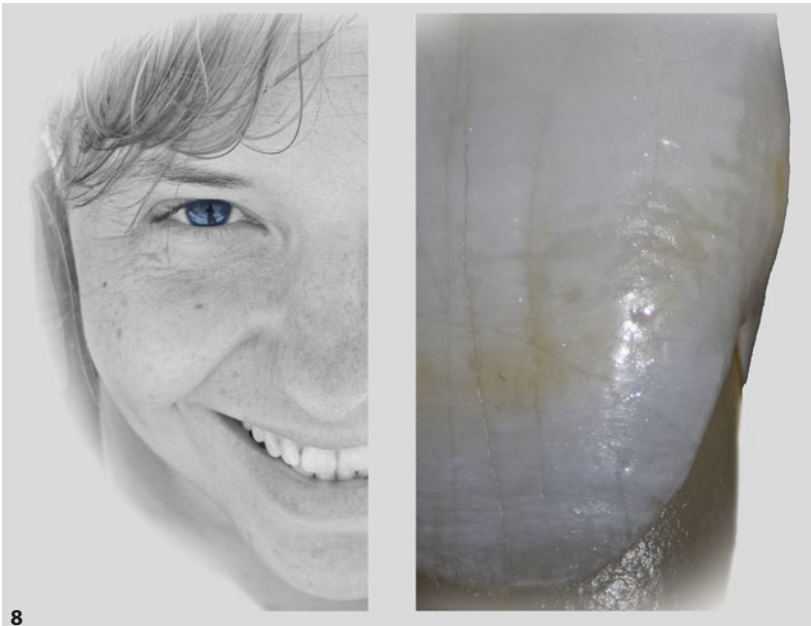
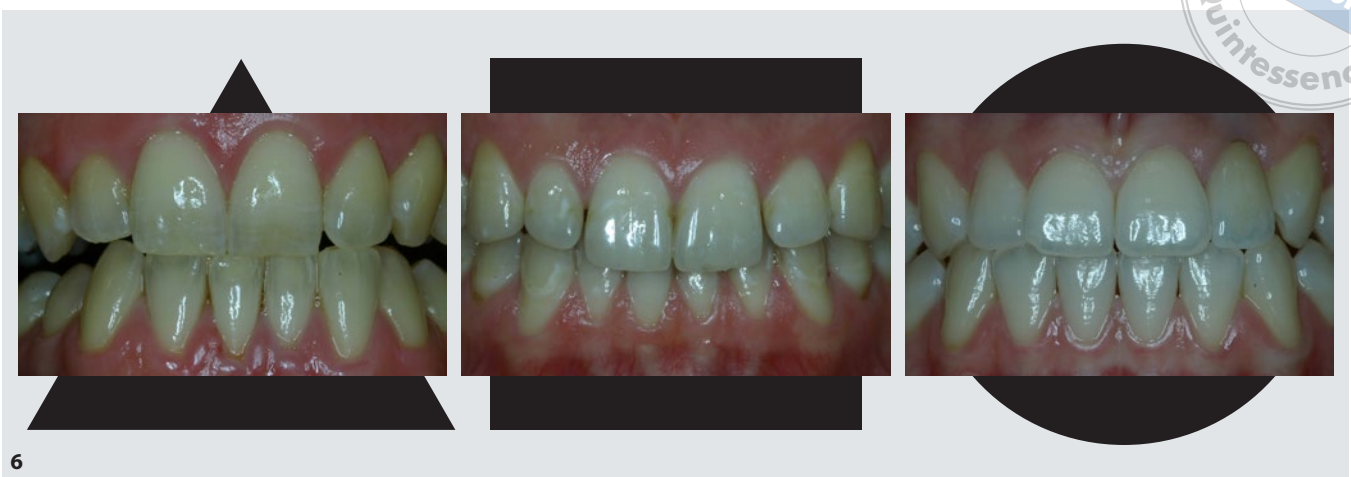
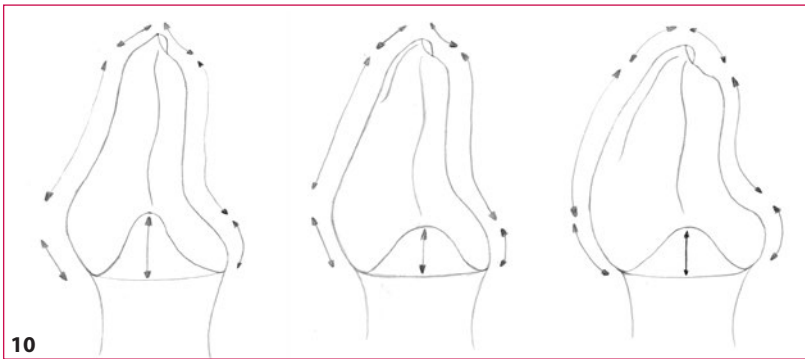
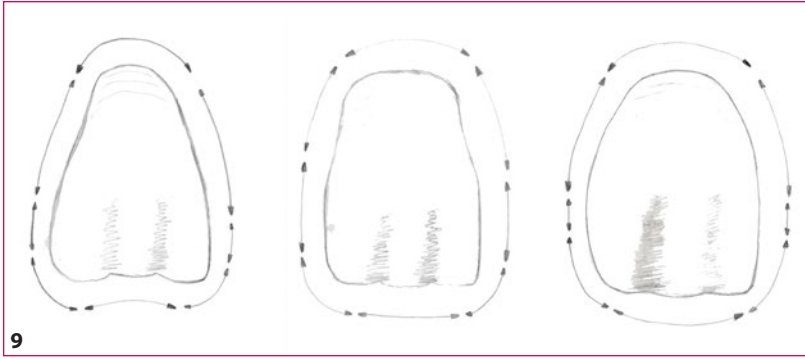


Abb. 6 und 7 Die Zahnformen können anhand des Verlaufs der mesialen und distalen Randleisten unterteilt werden. **Abb. 8** Gegenüberstellung der extraoralen und intraoralen Zusammenhänge.

rung der Rekonstruktionen nichts im Weg (Abb. 9 und 10).

Bei der morphologischen Ausarbeitung eines Zahnes ist es hilfreich, zwischen realer Dimensionierung und optischem Erscheinungsbild zu unterscheiden (Abb. 11). Die reale Dimensionierung richtet sich nach den vorhandenen Platzverhältnissen in Länge und Breite. Durch ein gezieltes Ausgestalten der mesialen und distalen Leisten sowie der zervikalen und inzisalen Knickpunkte kann das Erscheinungsbild des Zahnes geprägt werden (Abb. 12 und 13). Dabei können die bei labialer Betrachtung gesammelten Eindrücke auf die palatinalen/lingualen sowie approximalen Flächen übertragen werden. Am natürlichen Zahn finden sich



die Eigenschaften und Winkelmerkmale dreidimensional wieder.

Daraus ergibt sich eine Oberflächenstruktur des Zahnes, die sich in einem ständigen Wechselspiel aus konvexen und konkaven Verläufen befindet. Erst durch abrasionsbedingte Einflüsse wird diese natürliche Verlaufsform unterbrochen und es kommt zu Kanten und geraden Flächen (Abb. 14 bis 17).

Oberflächenstruktur

Wie schon angedeutet, spiegelt die unberührte Oberflächenstruktur die einzelnen Wachstumsschübe der Zähne wider. Daraus ergeben sich am jungen Zahn reproduzierbare horizontale sowie verti-

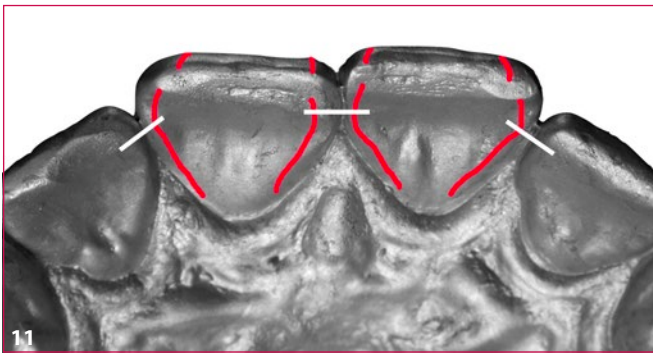


Abb. 9 Gegenüberstellung der Winkelmerkmale in Bezug auf die Grundunterteilung. **Abb. 10** Die Winkelmerkmale am natürlichen Zahn lassen sich dreidimensional betrachten. **Abb. 11** Das Erscheinungsbild lässt sich über die reale und die optische Breite dimensionieren. **Abb. 12** Lücke 11 ist breiter als der Zahn 21. **Abb. 13** Über eine intensivere Ausprägung des labialen Leistenverlaufes konnte eine optische Angleichung erzielt werden. **Abb. 14** An jungen Zähnen kann die inzisale Mamelonstruktur sehr schön beobachtet werden.

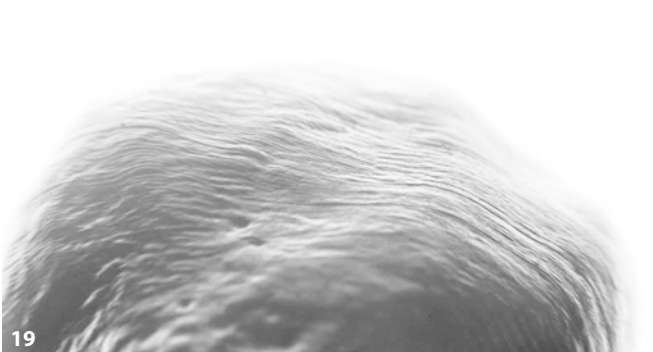


Abb. 15 Das punktuell höhere Dentinvolumen (Dentinfinger) formt die Mamelonstruktur am jungen Zahn. **Abb. 16** Durch Abrasion werden im Alterungsprozess die inzisalen Mamelonstrukturen geglättet. **Abb. 17** Durch die physikalischen Einflüsse verliert der Zahn morphologisch sowie lichteoptisch sein jugendliches Erscheinungsbild. **Abb. 18** Die Mamelonstrukturen prägen den Verlauf der horizontalen Oberflächenstruktur der Zähne. **Abb. 19** Die horizontalen Strukturen bilden die vertikalen Wachstumsschübe ab. **Abb. 20** Im Alterungsprozess glätten sich vor allem die konvex ausgeformten Regionen.

kale Strukturen. Die horizontalen Strukturen laufen entsprechend der Mamelonstruktur einer jugendlichen Schneide über die Zahnoberfläche (Abb. 18 bis 20). Dabei ist zu beobachten, dass diese Strukturen im inzisalen Drittel ausge-

prägter sind. Hingegen ist im zervikalen Drittel aufgrund der Verlangsamung des Wachstums eine geringere Ausprägung der einzelnen Strukturen zu erkennen, dafür aber ein kompakterer Strukturverlauf.

Die vertikale Oberflächenstruktur ist deutlich durch die Morphologie des Zahnes geprägt. Dabei ergeben sich durch den konvexen Charakter der mesialen und distalen Leisten die benachbart liegenden, konkaven Perikymatien (Abb. 21

und 22). Dieses Zusammenspiel aus konvexer Randleiste hin zur konkaven Perikymatie ist bei Zahnformen mit spitzen Winkelmerkmalen besonders augenfällig.

Entsprechend des Alterungsprozesses der Zähne verändert sich ihre Ober-

flächenstruktur. Je nach Intensität des Abrasionsgrades ebnen sich bevorzugt die konvexen Bereiche ein und die ursprüngliche Wachstumsstruktur bleibt nur noch an den konkaven Arealen erkennbar. Durch physikalische Einflüsse sowie eine Entmineralisierung des Zahn-

schmelzes kann es zu neuen, hauptsächlich vertikal verlaufenden Oberflächenstrukturen kommen (Abb. 23 und 24).

Die Oberflächenstruktur der zahn-technischen Restaurationen lässt sich prinzipiell in fünf aufeinander folgenden Schritten herausarbeiten (Abb. 25).

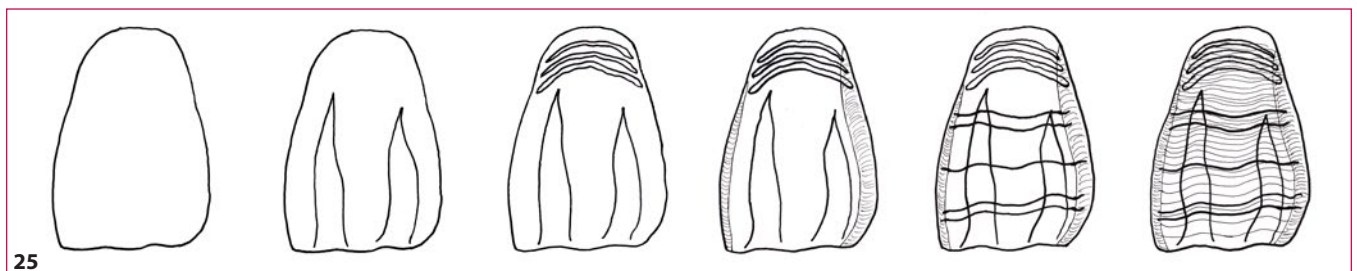
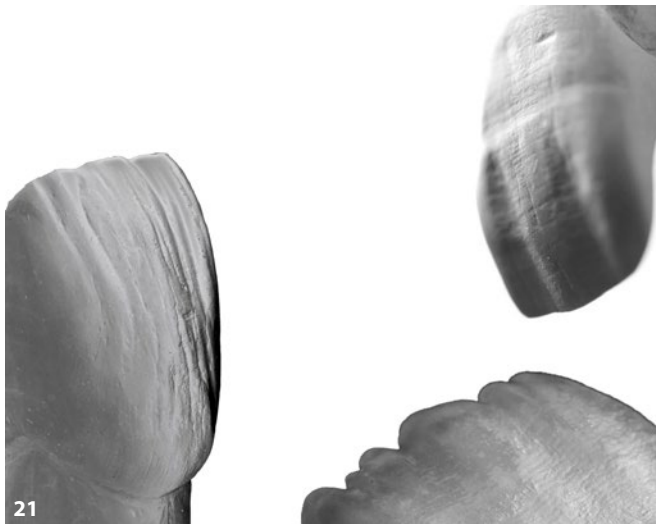


Abb. 21 Den Mamelonstrukturen folgend, besteht die labiale Oberfläche aus einem Wechselspiel aus konvexen und konkaven Bereichen. **Abb. 22** Die vertikal verlaufenden konkaven Areale prägen die Perikymatien aus. **Abb. 23** Im fortschreitenden Alterungsprozess glätten sich die jugendlichen Oberflächenstrukturen. **Abb. 24** Durch eine Kalzifizierung der Dentinkanäle wird der Zahnschmelz spröder. Neue Oberflächenstrukturen entstehen. **Abb. 25** Die altersentsprechenden Strukturen können wie dargestellt strukturiert ausgearbeitet werden.

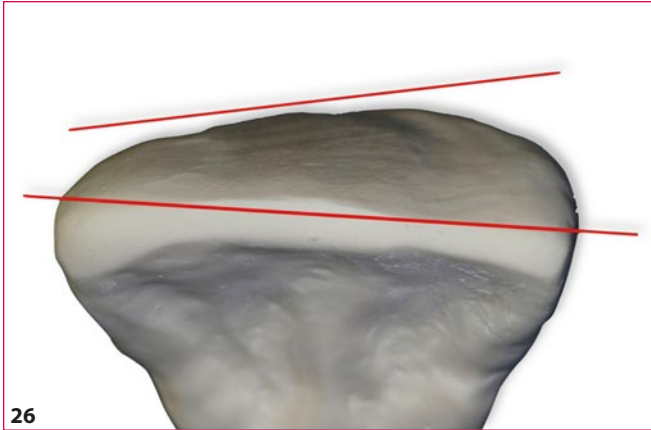


Abb. 26 Von inzisal betrachtet kann die labiale Torsion gut beobachtet werden. **Abb. 27** Zähne mit geringer Abrasion zeigen einen Helligkeitsverlauf mit ausgeprägter Transparenz und Opaleszenz. **Abb. 28** Durch zunehmende Abrasion erhalten die Zähne chromatischere und transluzentere Eigenschaften. **Abb. 29** Mit zunehmender Abrasion werden die einzelnen Charakteristiken im Zahn sichtbar.

Dabei werden als Erstes die Perikymatien herausgearbeitet, die in einem Wechsel aus konvexen und konkaven Strukturen altersentsprechend zu gestalten sind. Da sich die Perikymatien in den zervikalen Bereich verlaufend nach distal gedreht abschwächen, kann darüber die labiale Torsion nochmals feinjustiert werden (Abb. 26).

Im zweiten Schritt geht es an das zervikale Erscheinungsbild, das durch Ätzungen (negativer pH-Wert des Speichels) und physikalische Abrasionen (Zahnbürste) geprägt ist. Die horizontalen Wachstumsstrukturen werden, wie anfänglich schon beschrieben, eingearbeitet. Da es sich bei zahntechnischen

Restaurationen gewöhnlich um keine jugendlichen Zähne handelt, werden die altersbedingten Abrasionen berücksichtigt. Das führt zu einer intensiveren Gestaltung im mesialen und distalen Randbereich. Zudem kann bei natürlichen Zähnen beobachtet werden, dass oft ein paar stärkere horizontale Strukturen vorhanden sind, die auf einen intensiveren Wachstumsschub zurückzuführen sind.

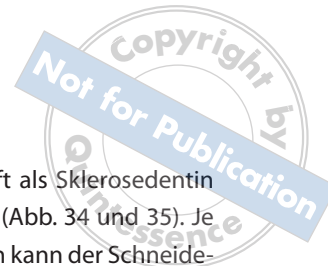
Farbe

Form und Oberflächenstruktur sind wichtig für die ästhetische Rekonstruktion von Zahnersatz. Die Persönlichkeit des Patienten wird jedoch durch die indi-

viduelle Zahnfarbe mit sämtlichen lichtdynamischen Effekten unterstrichen.

Betrachtet man jugendliche Zähne, findet man gewöhnlich im Bereich des Dentinkörpers eine Grundfarbe, die Vita Classic A2 entspricht. In den Schneideregionen nimmt der Helligkeitswert zu. Hier lässt sich am jugendlichen Zahn ein harmonisch um die Dentinfinger (Mamelons) verlaufender transparent-opaleszenter Schneidesaum erkennen (Abb. 16).

So wie die Morphologie und die Oberflächenstruktur der Zähne einer lebenslangen Abrasion unterliegen, nimmt dieser Alterungsprozess auch Einfluss auf die Zahnfarbe und deren lichtdynamische Effekte (Abb. 27 bis 29).



Betrachtet man natürliche Zähne unter ultraviolettem Licht, ist bei jugendlichen Zähnen eine deutlich ausgeprägte Fluoreszenz zu sehen. Bei unterschiedlichen Altersstrukturen lässt sich erkennen, dass sich die fluoreszierenden Eigenschaften in den Wurzelkambiumbereichen abschwächen bzw. zurückbilden (Abb. 30 bis 32).

Aufs Wesentliche reduziert, haben fluoreszierende Werkstoffe die Eigenschaft, kurzwelliges, nicht sichtbares Licht in langwelliges, sichtbares Licht umzuwandeln. Diese Eigenschaft führt unter Tageslicht zu einem verstärkten Reflexionsverhalten der Zähne. Im Umkehrschluss kommt es bei der altersbedingten Rückbildung der Fluoreszenz zur

Absorption. Somit können bei älteren Zähnen mehr grau- und grünbasierende Dentinfarben (Vita Classic C–D) wahrgenommen werden (Abb. 33).

Durch den Alterungsprozess von Zähnen kommt es allerdings nicht nur zu einer Veränderung der Grundfarbe, sondern auch sämtliche lichteoptische Effekte unterliegen diesem Wandel. Mit dem Abrasionsprozess im Zahnschmelz intensivieren sich die Mamelonstrukturen und der Chromawert des an die Oberfläche gelangenden Sekundärkambiums steigt. Durch die Kalzifizierung der Dentinkanälchen kann es zu deutlichen transluzenten (weißlich, milchigen) Effekten kommen, die am Übergang zum

zervikalen Drittel oft als Sklerosedentin bezeichnet werden (Abb. 34 und 35). Je nach Bissituationen kann der Schneidbereich im Alter stark ausgedünnt sein, was wiederum sehr transparente und opalszierende, oft keilförmig erscheinende Effekte mit sich bringt.

Wie sich diese altersentsprechende Charakterisierung umsetzen lässt, ist in der Quintessenz Zahntechnik 3/2019 nachzulesen¹. Darin wird die Triple Layering Technique im Detail vorgestellt. Es handelt sich dabei um ein Schichtkonzept, mit dem unabhängig vom Verblendsortiment ein reproduzierbarer Weg von der individuellen Farbnahme bis zur Verblendung dargestellt wird.

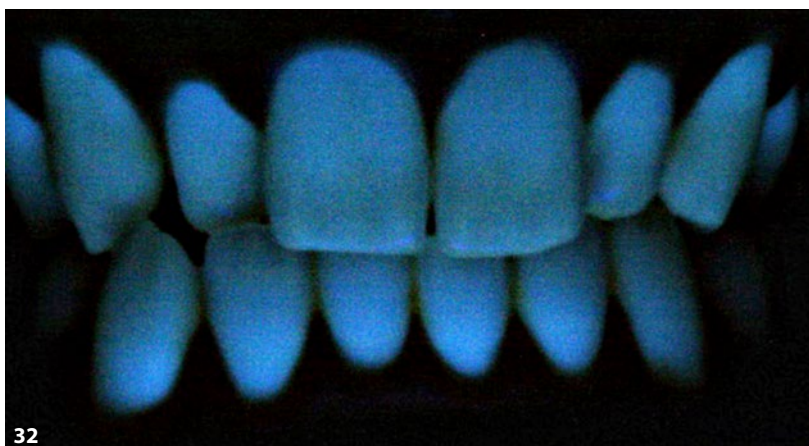
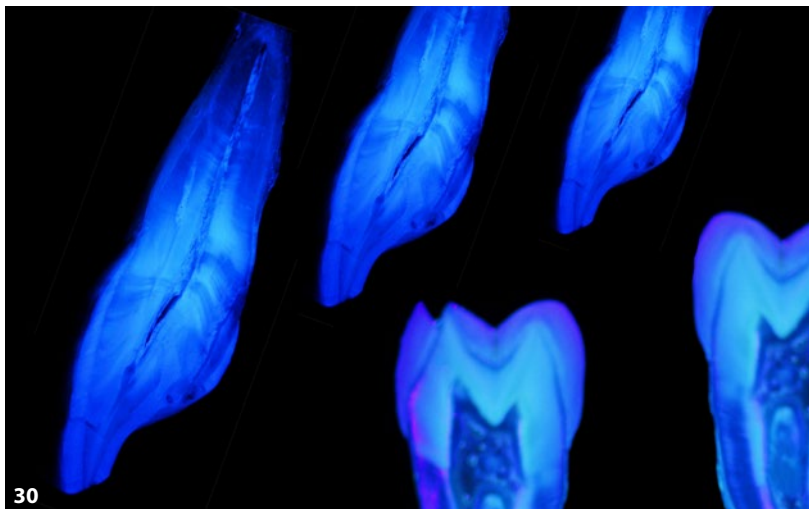


Abb. 30 Die fluoreszierenden Anteile sind unter ultraviolettem Licht deutlich zu sehen. **Abb. 31** Bei fortschreitendem Alterungsprozess beschränkt sich der fluoreszierende Anteil überwiegend auf den Wurzelkambiumbereich. **Abb. 32** Eine einheitliche Fluoreszenz stabilisiert ein harmonisches Erscheinungsbild der Grundfarbe bei unterschiedlichen Lichttemperaturen.



Abb. 33 Wenn sich die Fluoreszenz zurückbildet, führt das zu einer geringeren Farbreflektion. **Abb. 34** Durch die Kalzifizierung der Dentinkanälchen können die transluzenten Eigenschaften deutlich zunehmen. **Abb. 35** Die kalzifizierten horizontalen Bänder (Sklerosedentine) müssen als Effekt erkannt werden und dürfen nicht die Bestimmung der Grundfarbe beeinflussen.

Fazit

Unabhängig von der Material- und Technologiewahl sollte am Ende der zahn-technischen Herstellung ein Produkt stehen, das nicht von natürlichen Zähnen zu unterscheiden ist. Dazu muss das natürliche Vorbild im Detail beobachtet und hinterfragt werden, um die Zusammenhänge und Veränderungen der intraoralen Strukturen zu verstehen und in das gewünschte prothetische Versorgungskonzept einfließen zu lassen. Entgegen der Schaffensweise eines Künstlers geht es darum, das Vorbild der Natur möglichst detailliert mit den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten nachzubilden.

Literatur

1. Maier B. Drei Schritte zum perfekten Zahn. Vorstellung der Triple Layering Technique®. Quintessenz Zahntech 2019;45:278–287.



ZTM Björn Maier

Ludwigstr. 10
 89415 Lauingen
 E-Mail: info@bjoern-maier.com