

Autoren
Anwender
Status
Innovativ
Kategorie
Empirischer Zeitvergleich

Manuelle versus digitalisierte Gestaltung von metallischen Brückengerüsten

Dr. Andrés Baltzer
ZTLM Vanik Kaufmann-Jinoian

Die Gestaltung eines Brückengerüstes mit dem Wachsmesser ist aufwendig und anspruchsvoller als oft angenommen. Tiefziehfolien und vorgeformte Wachselemente können die Handarbeit des Zahntechnikers zwar erleichtern, größte Aufmerksamkeit ist dennoch unabdingbar. Es gilt zu beachten, dass die minimalen Wandstärken nicht unterschritten werden dürfen, und die aufgewachsenen Brückengerüstmodelle spannungsfrei und ohne Verformung vom Arbeitsmodell abzuheben sind. Nicht durchführbar ist zudem eine intraorale Einprobe des Wachsmodells, die in kritischen Fällen wünschenswert wäre. Viele Fehlerquellen ergeben sich bei der traditionellen Brückengerüsterstellung auf ihrem Entstehungsweg von der Gestaltung mit dem Wachsmesser bis zur endgültigen Passgenauigkeit im Munde.

Die CAD/CAM-gestützte Herstellung mit inLab (Sirona Dental Systems, Bensheim) ermöglicht Fehlerquellen stark zu reduzieren und bietet gleichzeitig einen wesentlich effizienteren und ergonomischeren Weg zur metallischen Brückengerüsterstellung. Die computergestützte Herstellung erfreut sich wachsender Beliebtheit und gelangt immer mehr zum Ein-

satz. Sowohl der heute herrschende wirtschaftliche Druck auf zahntechnische Labore als auch die guten Passungen sind gute Gründe, die diesen Trend beschleunigen.

Im Folgenden wird ein Vergleich zwischen der traditionellen Methode der Wachsmodellgestaltung eines Brückengerüstes mit Tiefziehfolie, Wachselementen, Wachsmesser und der CAD/CAM-Methode mit inLab aufgezeigt.

Traditionell werden die Kronenkäppchen mit gleichmäßiger Wandstärke und ohne Unterschreitung der Mindeststärke von Hand mit dem Wachsmesser geformt oder auf Grund einer tiefgezogenen Folie adaptiert. Durch den Verzug der thermoplastischen Folie ist die Einhaltung der gewünschten Wandstärken nicht überall gewährleistet, so dass kritische Stellen mit Augenmaß mit Wachs ergänzt werden müssen. Für die Gestaltung der Zwischenglieder werden hochpreisige Normteile aus Wachs eingearbeitet und wiederum mit dem Wachsmesser der Situation entsprechend optimiert. Bei der Formgebung der Verbinder ist viel Routine gefragt, da die Querschnittsflächen lediglich eingeschätzt und nicht planimetrisch ausgewiesen werden können. Bei der Arbeit mit dem Wachsmesser ist stets auf die Einhaltung der richtigen Temperatur zu achten, damit sich im Wachsmaterial keine Spannungen mit Abkühlungsverformungen als Folge ergeben. Speziell in kritischen Fällen, beispielsweise bei fehlender Pfeilerparallelität, können sich zudem beim Loslösen des Wachserüstes vom Arbeitsmodell verhängnisvolle Gerüstverformungen ergeben.

Bei Nutzung der CAD-Waxx-Blöcke (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen), die im inLab bearbeitet werden (Bild 1), sind solche Schwierigkeiten weitgehend ausgeschaltet. Mit dem Scanner inEos (Sirona



Bild 1: CAD/CAM mit inLab und CAD-Waxx

Dental Systems, Bensheim) sind das Arbeitsmodell und das darüber in Artikulation liegende Profil der Antagonisten innerhalb weniger Minuten digitalisiert und am Bildschirm in dreidimensionaler Darstellung von allen Seiten her zu betrachten. Die Konstruktion des Brückengerüsts kann beginnen.

Zuerst wird die Einschubrichtung des zu konstruierenden Brückengerüsts eingestellt. Es ist dabei zu beachten, dass die Präparationsgrenzen an den Pfeilerzähnen aus der Senkrechten gesehen rundum gut einsehbar sind. Alle Zonen, die aus dieser Senkrechtsansicht nicht einsehbar sind (Unterschnitte), werden automatisch ausgeblockt.

Es folgt die Markierung der Präparationsgrenzen und der Zone, in der das Zwischenglied auf der Gingiva liegen soll. Die Einzeichnung der Präparationsgrenzen wird durch die bewährte, automatische Kantenfindung der CEREC 3D-Programme wesentlich erleichtert. Bei der anschließenden Kontrolle des Linienverlaufs können eventuelle Abweichungen noch korrigiert werden. Mit diesen Markierungen ist die Basis für die automatische Berechnung des Brückengerüsts erstellt. Das vom Programm vorgeschlagene Brückengerüst ist zervikal durch Präparationsgrenzen und okklusal durch das Profil der Antagonisten definiert. Die Wandstärken entsprechen den Vorgaben, die als Parameter festgelegt wurden, und die Verbindner weisen entsprechend der Lage und Ausdehnung der Rekonstruktion den geforderten Querschnitt auf. Mit digitalen Instrumenten, die weitgehend dem traditionellen Wachsmesser nachempfunden sind, kann abschließend das Gerüstmodell den Vorstellungen des Anwenders entsprechend definitiv ausgestaltet werden.

Die so gezeichnete Konstruktion wird anschließend in der Schleifeinheit inLab ausgeschliffen. Dabei kommt ein rückstandslos verbrennender Kunststoffblock (CAD-Waxx) zum Einsatz. Die Passung des Schleifresultats kann anschließend auf dem Arbeitsmodell oder auch in situ einprobiert und falls notwendig mit Wachs optimiert werden. Der Metallguss und die abschließende Ausarbeitung des Gerüsts erfolgt gemäß den gewohnten Techniken und Methoden. Der Vorteil der auf der Digitalisierung basierenden

Vorgehensweise gegenüber der traditionellen Wachsmodellierung ist evident. Die Arbeitszeitverkürzung ist verblüffend und die Kontrollmöglichkeiten der Passung während des gesamten Herstellungsprozesses verhindern weitgehend Fehlkonstruktionen, dies bedeutet zusätzliche Zeitersparnis, die mit einer erheblichen Senkung der Produktionskosten einhergeht.

Mit der folgenden Bildreportage werden die beiden Gestaltungsmethoden mit Arbeitsablauf und Zeitvergleich einander gegenüber gestellt. Auf der linken Seite der Bilder wird das computergestützte Vorgehen und auf der rechten Seite jenes für die traditionelle Technik beschrieben. Die Beschreibung der Vorgehensweise bei Einsatz der Acryl-Polymer-Blöcke und dem inLab erfolgt etwas ausführlicher, während die traditionelle Technik bekannt ist und lediglich stichwortartig pro memoria beschrieben wird. Die untere Seite der Bilder sind mit Zeitverlaufsbalken vom Start bis zum Ziel versehen. Es wird darauf angezeigt, wie weit die Arbeit fortgeschritten ist. Als Ausgangslage für beide Techniken gilt die Situation der fertig ausgearbeiteten Arbeitsmodelle.

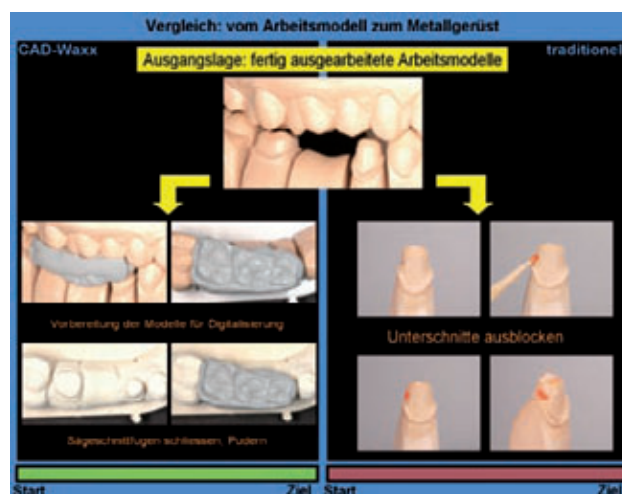


Bild 2

Bild 2 rechts: Darstellung der Maßnahmen zur Digitalisierung der Modelle. Um Verfälschungen im Scanbild zu vermeiden, werden die Sägeschnittfugen mit Wachs geschlossen. Die Situation des Gebisses erfolgt durch die Quetschbissabformung der Antagonisten in zentraler Okklusion mittels scanbarer und schnellaushärtender Paste.

Bild 2 links: Ausblockung der Unterschnitte.

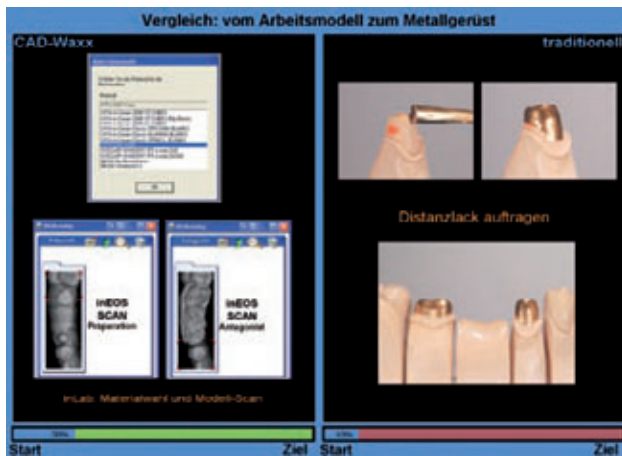


Bild 3

Bild 3 rechts: Nach der Eröffnung des Falls auf dem Bildschirm (Patientenname und Art der Arbeit) verlangt das Programm die Angabe des zu verarbeitenden Materials. Im gegebenen Fall wird der CAD-Waxx-Block gewählt. Dieses Material ist computer-technisch sehr präzise ausschleifbar und rückstandslos ausbrennbar. Das für den Scan vorbereitete Präparationsmodell und das gleiche Modell mit aufgesetztem Antagonistenrelief werden mit inEos gescannt. Innerhalb weniger Sekunden ist diese Modellsituation digitalisiert und bereit für die Gerüstkonstruktion am Bildschirm.

Bild 3 links: Auftragung des Distanzlacks.

Bild 3 Zeitvergleich verstrichene Arbeitszeit: digitales Verfahren 20% / manuelle Methode 10%



Bild 4

Bild 4 rechts: Die digitalisierte Modellsituation am Bildschirm wird rundum kontrolliert und derart

beschnitten (getrimmt), dass mit der CAD-Konstruktion des Brückengerüsts begonnen werden kann. Dies besteht im Einzeichnen der Präparationsgrenzen der Pfeilerzähne und in der Markierung der Zone, in der das Zwischenglied auf die Mukosa zu liegen kommen soll. Bei der Markierung der Präparationsgrenzen hilft das Programm mit der automatischen Kantenfindung, welche die ganze Zeichnung auf drei bis vier Mausklicks reduziert. Das System rechnet automatisch eine Gerüstgeometrie aus, welche die geforderte Konnektorendimensionierung und die minimalen Wandstärken berücksichtigt.

Manuell können am Vorschlag Höckerunterstützungen und Ähnliches nach Belieben umstrukturiert werden. Eventuelle rot eingefärbte Flächen deuten auf eine Unterschreitung der mittels Parameter eingestellten Verblendschichtdicke hin. Durch Materialabtragung werden sie eingestellt. Im Bild ist die CAD-Konstruktion mit vorgeschlagenen Kronenkapen und Pontics gezeigt. Sie wird durch Auftragen bzw. Abtragen von Material manuell optimiert.

Möglich ist auch die Wahl der CAD-Konstruktion mit anatomisch geformten Zahneinheiten, die sich bei der Hochrechnung des Gerüsts automatisch an das Antagonistenrelief anpassen. Die beliebig einstellbare Verblendschichtdicke wird anschließend durch Materialreduktion automatisch eingestellt. Eine solche Reduktion kann über das ganze Gerüst oder auch partiell für eine Teilverblendung erfolgen.

Bild 4 links: Thermoplastische Folie über die Pfeilerzähne tiefziehen, abziehen und ausschneiden.

Bild 4 Zeitvergleich verstrichene Arbeitszeit: digitales Verfahren 60% / manuelle Methode 40%

Bild 5 rechts: Es erfolgen die letzten Retuschen an der CAD-Konstruktion des Gerüsts, Hochrechnung der Schleifvorschau. Der CAD-Waxx-Block wird in die Schleifeinheit von inLab eingesetzt und es folgt der Schleifbefehl. Der Schleifprozess dauert für ein Gerüst der gezeigten Größe etwa 40 Minuten. Diese Zeit steht dem Zahntechniker für andere Arbeiten zur Verfügung.

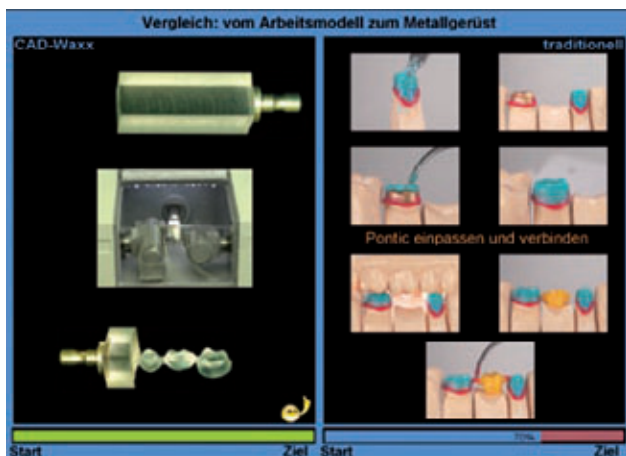


Bild 5

Bild 5 links: Modellierung der Randpassung und Einpassen des Pontics, Optimierung der Wand- und Konnektoren.

Bild 5 Zeitvergleich verstrichene Arbeitszeit: Die Arbeitsschritte, die beim Vergleich der beiden Methoden zu Zeiteinsparungen bei der CAD-Waxx-Methode führen, sind nun abgeschlossen. Aus diesem Grunde liegt die verstrichene Arbeitszeit beim digitalen Verfahren bei 100% und bei der manuellen Methode erst bei 70%.



Bild 6

Bild 6 rechts: Das CAD-Waxx-Gerüst liegt als Kunststoffgerüst vor und könnte problemlos zur Einprobe der Passung in situ dienen. Der Vollständigkeit halber wird noch das Anstiften, die Vorbereitungen zum Guss und die Ausarbeitung zum fertigen Metallgerüst bildlich dargestellt. Diese Arbeiten fallen für beide Techniken gleich an und dienen nicht mehr zum Zeitvergleich.

Bild 6 links: Gestaltung der Strukturen und Einstellung der Artikulation. Anatomische Reduktion zur Einstellung der Verblendschichtdicke. Optimierung der Wand- und Konnektorenstärke.

Bild 6 Zeitvergleich: Beim digitalen Verfahren ist der Zeitvergleich bereits abgeschlossen. Die Gerüstherstellung mit der manuellen Methode nähert sich dem Fertigstadium zu 90%.



Bild 7

Bild 7 rechts: Als Fortsetzung zum Bild 6 wird nochmals auf die gewährleistete minimale Wandstärke des Gerüsts aufmerksam gemacht. Bei der traditionellen Methode ist diese nicht automatisch gewährleistet.

Bild 7 links: Das fertig modellierte Wachsgerüst wird unter Vermeidung jeglicher Verformung vom Modell abgehoben und für den Guss vorbereitet. Diese Situation war beim digitalen Verfahren bereits im Bild 5 erreicht.

Zusammenfassung

Für die Herstellung eines metallischen Brückengerüsts wird die auf Digitalisierung basierende Vorgehensweise (CAD-Waxx und inLab) der traditionellen Methode mit dem Wachsmesser gegenübergestellt, um die jeweils aufzuwendende Zeit für deren Herstellung aufzuzeigen und zu vergleichen.

Beide Methoden beanspruchen anfänglich für die Herstellung der Arbeitsmodelle und abschließend für den Guss und für die Ausarbeitung des Gerüsts die gleiche Zeit. Für die dazwischen liegenden Arbeits-

schritte werden mit der CAD/CAM-Technik deutliche Zeitersparnisse gegenüber der traditionellen Methode erzielt.

Das inLab bietet zudem verschiedene Varianten für die Gerüstkonstruktion an, die je nach Situation ausgewählt werden können. So kann beispielsweise die automatisch erfolgende Gerüstkonstruktion in vollanatomischer Form mit genauer Ausmodellierung der Interkuspitation und Approximalzonen ausgewählt werden. Anschließend erfolgt die Voll- oder Teilreduktion für die keramische Verblendung. Diese Variante entwickelt sich zur immer beliebter werdenden Gerüstkonstruktion mittels CAD/CAM.

CAD-Waxx		traditionell																													
Rekapitulation																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Arbeit</th> <th>Zeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Modell-Scan inkl. Antagonist</td> <td>23%</td> </tr> <tr> <td>Einzeichnen der Basislinien</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Einstellung Korrekturen und Pontic</td> <td>23%</td> </tr> <tr> <td>Gestaltung Artikulation und Oberfläche</td> <td>28%</td> </tr> <tr> <td>Vorbereitung für Schließbefehl</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Total Zeitaufwand</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>		Arbeit	Zeit	Modell-Scan inkl. Antagonist	23%	Einzeichnen der Basislinien	12%	Einstellung Korrekturen und Pontic	23%	Gestaltung Artikulation und Oberfläche	28%	Vorbereitung für Schließbefehl	12%	Total Zeitaufwand	100%	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Arbeit</th> <th>Zeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Distanzack aufrufen</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>Tiefziehchiene, Ausarbeitung</td> <td>27%</td> </tr> <tr> <td>Kappen zuschneiden</td> <td>19%</td> </tr> <tr> <td>Isolation</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>Präparand mit Wachs optimieren</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>Total Zeitaufwand</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>		Arbeit	Zeit	Distanzack aufrufen	8%	Tiefziehchiene, Ausarbeitung	27%	Kappen zuschneiden	19%	Isolation	9%	Präparand mit Wachs optimieren	26%	Total Zeitaufwand	100%
Arbeit	Zeit																														
Modell-Scan inkl. Antagonist	23%																														
Einzeichnen der Basislinien	12%																														
Einstellung Korrekturen und Pontic	23%																														
Gestaltung Artikulation und Oberfläche	28%																														
Vorbereitung für Schließbefehl	12%																														
Total Zeitaufwand	100%																														
Arbeit	Zeit																														
Distanzack aufrufen	8%																														
Tiefziehchiene, Ausarbeitung	27%																														
Kappen zuschneiden	19%																														
Isolation	9%																														
Präparand mit Wachs optimieren	26%																														
Total Zeitaufwand	100%																														
erhobene Zeiten: 20 Min. bis 30 Min.		erhobene Zeiten: 35 Min. bis 50 Min.																													
Start		Ziel																													

Bild 8

In Bild 8 wird der Vergleich des Zeitaufwandes für die Modellierung des Gerüsts tabellarisch dargestellt. Mit inLab werden für die Konstruktion des Gerüsts durchschnittlich 20 bis 30 Minuten (= 100 Prozent) benötigt. Für das gleiche Resultat werden mit der traditionellen Methode durchschnittlich 35 bis 50 Minuten (= 180 Prozent im Vergleich zu inLab) beansprucht. Selbstverständlich haften jedem solcher Zeitvergleich stets Unsicherheiten und Zweifel an. Es gibt einfache und komplexere Fälle und flinkere oder langsamer arbeitende Zahntechniker. Dennoch sind aber die erhobenen Zeitangaben als realistisch einzustufen. Sie basieren einerseits auf Zeitmessungen im eigenen Labor und andererseits entsprechen sie den offiziellen Vorgaben im Rahmen der Lehrlingsausbildung zum Zahntechniker in Deutschland und der Schweiz.

Der notwendige Zeitaufwand für die CAD/CAM-gestützte Konstruktion eines Brückengerüsts ist im Vergleich zur traditionellen Gerüstmodellierung mit dem Wachsmesser deutlich geringer. Die CAD/CAM-Technik mit inLab erlaubt zudem, die Gerüste aus einem CAD-Waxx-Block auszuschleifen. Solche Gerüste können vor dem Guss auch zur Einprobe der Passung in situ verwendet werden.

Schlussbemerkungen

Die beschriebene CAD/CAM-Vorgehensweise eignet sich im zahntechnischen Labor nicht nur zur Modellierung von Brückengerüsten, sondern insbesondere auch für die Herstellung von Vollgusskronen oder Kronenkäppchen. Mit den diversen inLab-Software-Programmen lassen sich alle Rekonstruktionsformen abrufen. Bild 9 zeigt eine Vollgusskrone auf Zahn 36 mit einem Kronenkäppchen auf Zahn 31. Das Material der Acryl-Polymer-Blöcke ist durchsichtig und erlaubt dadurch auch eine optische Kontrolle der diversen Wandstärken. Aus Demonstrationsgründen ist die Vollgusskrone in Bild 9 mit Spray eingefärbt, womit die systemgegebene Ausarbeitung des spezifischen Kaureliefs des Zahnes 36 besser sichtbar wird. Vom Zahn 31 ist auch das Detailbild des Randchlusses an der Präparationslinie abgebildet. Es zeigt die zu erwartende Passung der hergestellten Kronenkappen.



Bild 9

CAD-Waxx eignet sich auch für die Herstellung von Einzelkronen. Die Vollgusskrone auf Zahn 36 ist systemgegeben geformt und automatisch in Arti-

kulation gebracht. Es wird auch die zu erwartende Randpassung dargestellt, wobei Nachbearbeitungen mit dem Wachsmesser am CAD-Waxx-Gerüst nicht erforderlich sind. Das CAD-Waxx-Material ist durchsichtig und erlaubt die optische Wandstärkenkontrolle auf dem Modell.

eine ungünstige Situation hinsichtlich der Einschubrichtung oder eine Disparallelität der Pfeiler vorliegt, so kann das Gerüst vor dem Guss in situ im Sinne der traditionellen „Schleifkappchen-Einprobe“ eingepasst werden. ■



Bild 10

Mit der digitalen Gestaltung mittels CAD-Waxx lassen sich kritische Fälle elegant lösen. In Bild 10 ist eine Situation dargestellt, die sich zur Ausschleifung des Gerüsts mit inLab nicht eignet. Die Pfeilerzähne für die Brücke 23-x-x-26 sind nach mesial gekippt. Durch die Einstellung der Einschubrichtung in die vertikale Z-Achse gleitet die Konstruktion aus dem Block heraus. Beim Ausschleifen wird demnach die Spitze des Zahnes 23 fehlen. Bei CAD-Waxx ist vor der Weiterverarbeitung die fehlende Spitze einfach mit Modellierwachs zu ergänzen.

Möglicherweise besteht aber wegen der mesial gekippten Einschubachse auch Unsicherheit, ob die Konstruktion in situ überhaupt eingeschoben werden kann. Das Gerüst aus Acryl-Polymer eignet sich in solchen Situationen sehr gut für die Einprobe in situ. Dabei erzielt man in situ den gleichen Nutzen als wenn der Zahntechniker traditionellerweise spezielle „Schleifkappchen“ herstellt. Eine CAD-Waxx-Einprobe lohnt sich in solchen Fällen, da im Sinne der Verhinderung von Keramikabplatzungen der spannungsfreie Sitz des Gerüsts bereits vor dem aufwendigen Guss gewährleistet werden kann. Die digitale Gestaltung metallischer Brückengerüste eignet sich auch bestens in kritischen Fällen. Wenn beispielsweise

**Dr. med. dent.
Andrés Baltzer**
Rheinfelden, Schweiz



- Promotion an der Universität Basel
- Zahnärztliche Gemeinschaftspraxis mit Ehefrau Monika Baltzer-Fehr in Rheinfelden, Schweiz
- Erprober des CAD/CAM-Systems CEREC für das Unternehmen Sirona Dental Systems
- Berater des Unternehmens VITA Zahnfabrik im Bereich Verblendkeramik und digitale Farbmessung
- Tätigkeit als Erprober für das Unternehmen Straumann im Bereich CAD/CAM-Technologie

Kontakt: andres@baltzer.ch

**ZTLM Vanik
Kaufmann-Jinoian**
Liestal, Schweiz



- Ausbildung zum Zahntechnischen Lehrmeister in Basel, Schweiz
- Spezialgebiet Aufbrennkeramik
- Inhaber des Zahntechnischen Labors Cera-Tech GmbH in Liestal, Schweiz
- Internationaler Ausbilder für das Unternehmen VITA Zahnfabrik
- Beraterfunktion für das Unternehmen Sirona Dental Systems im Bereich CAD/CAM-Technologie

Kontakt: vjinoian@aol.com