



### Zusammenfassung

Der Beitrag zeigt am Beispiel der Aligner-Technik, wie Handwerk und computergestützte Abläufe in der kieferorthopädischen Zahntechnik ineinandergreifen. An einem konkreten Fall weist der Autor die einzelnen Arbeitsschritte auf, die sowohl analog als auch digital ausgeführt werden. Der Beitrag bietet auch einen Ausblick, in welchen Bereichen der kieferorthopädischen Zahntechnik die CAD-Technik gewinnbringend angewandt werden kann.

### Indizes

Kieferorthopädische Zahntechnik, Aligner-Technik, CAD, Set-up, Tiefziehschiene, Zusammenarbeit Zahnarzt und Zahntechniker

# Zahntechnisches Handwerk und computergestützte Bearbeitung

**Christian Born**

„Früher war alles besser. Da war Handwerk noch Handwerk“. Diese Redewendung wird in letzter Zeit häufig verwendet. Ist das so? Es gab schon immer Veränderungen und Weiterentwicklungen. In der prothetischen Zahntechnik ist der Umschwung schon seit vielen Jahren vollzogen. Damals prophezeite man, dass es in wenigen Jahren keine Zahntechniker mehr geben werde. Das war vor über zwanzig Jahren. Große Fräszentren, für z. B. Gerüste, sind entstanden. Selbst in kleineren, gewerblichen Laboren und Praxislaboren sind Computer für die Planung und das Herstellen einzelner Kronen und Brücken zu verzeichnen. Trotzdem gibt es nach wie vor den Beruf des Zahntechnikers. Die Technik entwickelt sich stetig weiter. Damit steigen bzw. ändern sich natürlich auch die Anforderungen an den Zahntechniker und dessen Kenntnisse von Materialien und Therapiemöglichkeiten. Aber durch neue Werkstoffe und präzisere Arbeitsweisen sind Zahntechniker heute in der Lage, viel genauer zu arbeiten. Auch die Sauberkeit im Labor ist dadurch stark gestiegen und die körperlichen Belastungen sind somit gesunken. Früher gab es schon ein breites Spektrum an Zahntechnik. Aber durch die Computertechnik und deren Vernetzungsmöglichkeiten können Neuentwicklungen, Entdeckungen aber auch Erfahrungen viel schneller verbreitet und in kürzester Zeit auch viel mehr Fachleuten zur Verfügung gestellt werden. Damit ha-

### Einleitung

ben viele Menschen ein Problem. Zugegeben, es fällt manchmal schwer, bei der Fülle von Mitteilungen und Informationen den Überblick zu behalten. In Zukunft wird es viel mehr Spezialisierungen geben. Es werden neue Berufsunterteilungen entstehen. In der Industrie gibt es z. B. den Beruf des Mechatronikers (eine Mischung aus Mechaniker und Elektriker). Auch dort hat sich das Anforderungsprofil verändert. Durch den Einzug der Computertechnik in die Zahntechnik können Therapieplanungen viel einfacher erstellt und die Ergebnisse (auch die Behandlungszeit) viel genauer vorhergesagt werden. Nehmen wir z. B. den 3-D-Scanner. Durch ihn ist es möglich, die Daten schnell in den Computer zu laden, virtuell Zähne zu verschieben und Behandlungsabläufe in Etappen darzustellen. Das war früher nur mit einem Set-up-Modell möglich. Hierbei sieht der Patient die unschönen Sägeschnitte und meistens gab es nur ein Ziel-Set-up. Heute können dem Patienten die verschiedenen Möglichkeiten am PC gezeigt werden. Auch der Vergleich verschiedener Behandlungswege und deren Auswirkungen (z. B. bei Engstand mit oder ohne Extraktion) sind möglich. In der kieferorthopädischen Zahntechnik hat schon seit einiger Zeit die Computertechnik, voran die Schienentechnik, Einzug gehalten. Der Autor möchte hier einmal die Verbindung zwischen reinem Handwerk und digitaler Bearbeitung der Computerdaten vorstellen.

### Die Aligner-Technik

In vielen Anzeigen wird von der „Aligner-Technik“ oder spezieller dem „Clear Aligner“ gesprochen. Was verbirgt sich genau hinter diesen Begriffen? Aligner bedeutet Ausrichten oder Gleichrichten. Clear ist steht in der Übersetzung für klar oder sauber. Setzt man dies zusammen, so kommt man auf „Klare Ausrichter Technik“. Eigentlich hat dies nichts mit Computern zu tun. Diese Begriffe beschreiben lediglich die Zahnverschiebung mit tiefgezogenem, klarem Schienenmaterial. Aber welches Schienenmaterial, welche Schichtstärke kann bei welcher Zahnverschiebung genommen werden? Je weicher das Grundmaterial ist, umso größere Zahnverschiebungen können mit einer Schiene erreicht werden. Genauso verhält es sich mit der Stärke des Materials. Je dünner die Schienen werden, umso größer kann die Verschiebung mit einem Schritt sein. Hier erklärt es sich auch, dass man bei einer Zahnverschiebung von beispielsweise 2 mm nur einen Schritt bei dicken weichen Schienen benötigt. Behandelt man mit hartem Schienenmaterialen, sind durchaus, je nach System, zwei bis fünf Schritte (Schienensätze) notwendig. Als Faustregel gilt aber, je härter das Endmaterial, umso genauer das Endergebnis. Nun muss der Behandler individuell entscheiden, welches der beste Weg für den Patienten ist. Parameter dafür können sein: Tragezeit am Tag, Behandlungsdauer, Trageakzeptanz, Kosten, Anzahl der Praxisbesuche und vieles mehr. Aber wieviel Umstellung ist möglich, ohne dass der Druck zu hoch ist und der Zahn vielleicht devital wird? Oder wie viel muss man umstellen, so dass der Zahn sich bewegt? Kann die Bewegung abgeschätzt und mit bloßem Auge erkannt werden? Mit dem Clear Aligner-System kann man mithilfe des Computers die Zahnbewegung klar definieren. Dieses erfolgt durch Überlagerung von Bildern der Anfangs- (Situationsmodell) und der Endsituation (Set-up-Modell). Natürlich kann man dieses mittlerweile virtuell am Computer durchführen. Aber dabei geht eine gewisse Genauigkeit verloren.

### Die Herstellung

Der klassische Fall ist, dass man bei dem Patienten eine Abformung nimmt und ein Gipsmodell erstellt. Je heller die Farbe des Gipes ist, desto besser ist dies später in der Computer-

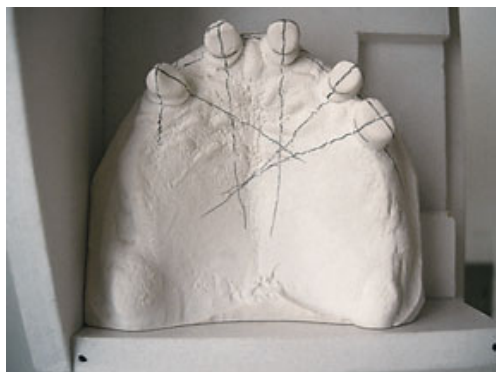


Abb. 1 Gipsmodell der Ausgangssituation mit eingezeichneten Hilfslinien.



Abb. 2 Digitalisierung der Hilfslinien.

Abb. 3 Sägeschnitte der einzelnen Zahnsegmente.

Abb. 4 Set-up-Modell.

auswertung. Nun werden die Inzisalkanten, waagerechte und senkrechte Zahnachsen dünn markiert (Abb. 1). Dann ist es von den jeweiligen Software-Anbietern abhängig, womit das Modell aufgenommen wird (Fotoapparat, Webcam oder sogar Scanner). Auch geben die unterschiedlichen Programme verschiedene Aufnahmeperspektiven vor. Nun ist im Computer die Anfangssituation in digitaler Form (Bilder vom Anfangsmodell) vorhanden. Das ist der erste Schritt bei der Symbiose Handwerk und computergestützte Bearbeitung.

Theoretisch kann nun das Modell ausgeblendet werden, denn es interessieren nur die Hilfslinien (Verschiebungen). Dabei kommt jetzt die Helligkeit des Gipsmodells zum Tragen. Je heller das Modell ist, umso kontrastreicher sind die Hilfslinien (Abb. 2). Jetzt kommt es zur eigentlichen kieferorthopädischen Behandlung. Die einzelnen Zahnsegmente werden aus dem Modell herausgetrennt. Dabei gibt es unterschiedliche Werkzeuge (Bügelsäge, Diamantscheiben, Fissurenbohrer etc.). Aber es bietet sich an, feine Geräte zu benutzen, da so wenig wie möglich vom Zahn und vom Kiefer weggefräst werden sollte (Abb. 3). Mit Wachs werden die Stümpfe an ihrer neuen Position wieder fixiert. Der Unterschied zur virtuellen Zahnverschiebung ist, dass bei jeglicher Zahnverschiebung die Bewegungen und Störkontakte im Artikulator überprüft werden können. Das kann mit den virtuellen Programmen nicht getan werden. In ihnen können lediglich die Kontaktpunkte überprüft werden. Anschließend kommt die Überprüfung durch den Computer. Das Set-up-Modell wird auf die gleiche Position wie das Anfangsmodell gestellt und es werden wiederholt, in der gleichen Abfolge wie mit der Anfangssituation, Aufnahmen getätigt (Abb. 4). Diese beiden Bilder werden mittels Computerprogramm übereinandergelegt und somit wird eine Zahn-

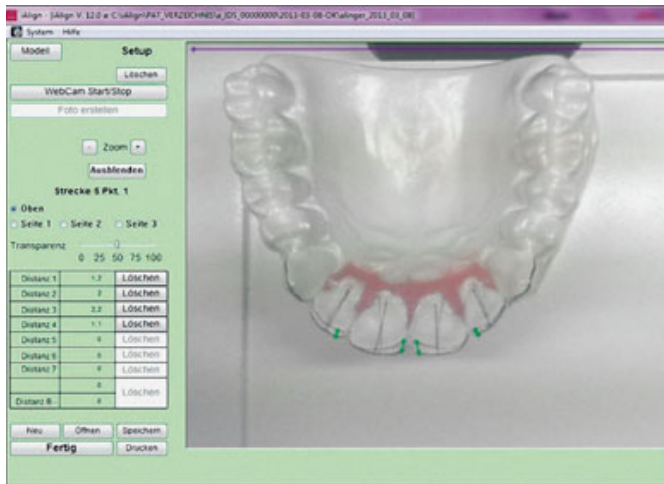


Abb. 5 Überlagerung der Scandaten des Ausgangs- und des Set-up-Modells zur Berechnung der notwendigen Verschiebung.

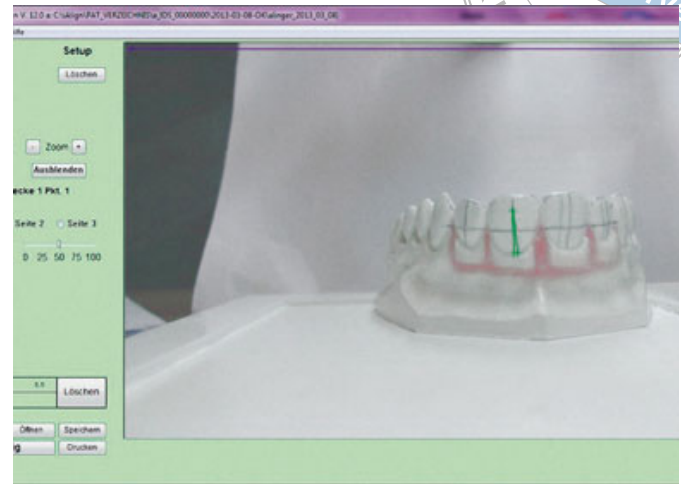


Abb. 6 Genaue Winkelmessung der Verschiebung in den überlagerten Daten.



Abb. 7 Gezogene Tiefziehfolien.

verschiebung sichtbar gemacht. Nur bei den herausgesägten Segmenten zeichnet sich eine Differenz ab. Diese ist mittels Software messbar. Diese Verschiebung wird an das jeweilige Aligner-System angepasst. Selbst nach jahrelanger Erfahrung ist es manchmal schwer, mit bloßem Auge einzuschätzen, wie groß diese Differenz ist (Abb. 5 und 6). Das menschliche Auge ist in der Hinsicht sehr trügerisch. Nach Ansicht des Autors ist es bedenklich, dass einige Zahntechniker ohne Softwareüberprüfung Aligner herstellen. Wenn zu wenig umgestellt worden ist, geht es noch. Aber wenn zu viel Druck auf einen Zahn ausgeübt wird und dabei der Zahn devital werden kann, sind das schwere Behandlungsfehler. Dabei hilft der Computer, klare, definierte Zahnbewegungen auszuführen. Je nach Verfahren werden die Zähne mit Thermowachs oder mit lighthärtendem Kunststoff ausgeblockt. Mittels Tiefziehgerät können dann, je nach System und Umstellung, eine oder mehrere Tiefziehfolien (Abb. 7) auf dem Modell gezogen werden. Zur endgültigen Fertigung fehlt nur noch, die Aligner auszuschneiden und die Ränder zu polieren. Zusätzlich können bei Klasse II- und III-Fällen Hilfsteile, wie z. B. Herbstscharniere, eingearbeitet werden. Durch die neuen lighthärtenden Materialien sind die Aligner auch schnell zu Aufbisschienen oder TwinBlocks umgearbeitet.



all rights reserved



**Abb. 8** Theramon-Chip in einer Schiene zur Erfassung der Tragedauer.



**Abb. 9** Eine Teleskopprothese.

In der Aligner-Technik kommen medizinübergreifende Aspekte zur Anwendung. Durch die Vernetzung und den Austausch von unterschiedlichen Ärzten mit verschiedenen Spezialisierungen kann man heute die Behandlungen miteinander verbinden und abstimmen. Bei der Implantatversorgung könnte man bei Platzmangel eine Lückenöffnung voranstellen. Auch das Thema Logopädie rückt immer mehr in den Vordergrund. So können Zungenstimulationen in die Schienen miteingearbeitet werden. Die Schienen sind nicht so dick wie herkömmliche Stimulationsplatten, lassen sich punktgenau positionieren und geben mehr Freiraum für die Zunge. Durch die Modifikationen sind heute tiefgezogene Bionatoren und Aktivatoren mit weichen Einbissen möglich, wo Positionertechnik, Muskeltraining, Klasse-II-Behandlung und Logopädie miteinander verbunden werden können. Gerade bei solchen komplexen Behandlungen hilft die Computertechnik. Durch das Einarbeiten von Theramon-Chips (Abb. 8) kann genau abgelesen werden, wie die Tragedauer der Behandlungsgeräte war. Aus den Messergebnissen kann man Rückschlüsse auf den Behandlungserfolg ziehen.

### Ausblick

Die Computertechnik eröffnet den Zahnärzten und Zahntechnikern viele Möglichkeiten und man ist in der Lage, präziser zu arbeiten. Durch die Dokumentation der einzelnen Behandlungsschritte können die Behandlungen stetig kontrolliert werden. Dies hilft, Therapien besser anzupassen, Erfahrungen auszutauschen und damit die Systeme immer weiter zu entwickeln und zu modifizieren. Die Krankenkassen fordern verstärkt Gutachten an und vergleichen unterschiedliche Therapiearten und die mit ihnen verbundenen Kosten. In einem Fall stellte der Autor die Aligner-Behandlung gegen die Neuanfertigung von Primärteilen in einer Teleskopprothese (Abb. 9). Bei dem Patienten sind die Teleskopstümpfe leicht „gewandert“. Bei der Berechnung der Behandlung hat der Computer geholfen. Die Behandlungskosten konnten so genau definiert werden und lagen weit unter einer Reparatur der Prothese. Auch bei eventuellen Rechtsstreitigkeiten kann man auf die Messtech-

nik, und die damit verbundene Dokumentation der einzelnen Behandlungsschritte und des Behandlungsverlaufs zurückgreifen. Das gibt Rechtssicherheit für beiden Seiten. Durch den Kostenvoranschlag (Behandlungsdauer, Kosten, Behandlungsziel) sind die Parameter schon im Vorfeld klar definiert. Natürlich gibt es immer noch eine Toleranz, die aber mit den Erfahrungen und den Modifikationen immer weiter schrumpft. Die Kombination von Handwerk und Computertechnik und die damit verbundenen Anforderungen bedürfen vieler Schulungen und angeeigneten Wissens. Der Computer ist und bleibt aber nur ein nützliches Werkzeug. Er kann das fachliche Know-how eines ausgebildeten Zahntechnikers nicht ersetzen, auch wenn es durch neue Techniken in der Herstellung zu handwerklichen Veränderungen (z. B. die Printtechnik) kommt. Da kann man schon mal über eine zusätzliche Weiterqualifizierung/Zertifizierung in der KFO-Technik nachdenken. Die Techniker und Helfer benötigen geeignete Schulungen im Jahr, um bei der Weiterentwicklung mithalten zu können.

**Fazit** Auch die Kieferorthopädie kommt an der Computertechnik nicht vorbei. Die Aligner-Technik ist eine präzise, wirtschaftliche und saubere Behandlungsmethode. Die Automatisierung, das Qualitätsmanagement und die scheinbare Sicherheit der Computer birgt aber auch Gefahren. Der Behandler könnte versucht sein die Behandlung an die Techniker abzugeben, was er aber nicht darf.



**ZT Christian Born**

Gartenstr. 15  
13088 Berlin  
E-Mail: [info@cultus-dentes.de](mailto:info@cultus-dentes.de)