

### **1. Wir haben alle schon von 3D gehört, was bedeutet das zusätzliche D in 4D?**

In letzter Zeit haben wir immer nur von 3D gehört, heutzutage repräsentiert das zusätzliche D die Dimension der Zeit. 4D bezieht sich auf die additive Herstellung oder auf das Drucken von speziellen Materialien, die eine gewisse Speichercharakteristik integriert in ein spezielles Schichtsystem eines 3D Druckers haben. Dennoch wurde es aus einer Software konzipiert, die die Materialumformung und die Reaktion auf Reize durch Zeit vorgibt.

### **2. Erzählen Sie uns bitte, Dr. Kandil, über Ihre kürzlichen Tätigkeiten in Bezug auf die 4D Technologie?**

Nachdem ich die Idee des 4D Druckens im orthodontischen Bereich patentiert habe, bin ich dazu übergegangen, diese Technologie in unseren R&D Laboren von K Line Europe in Düsseldorf anzuwenden. Die 4D Drucktechnologie verlagert den Ingenieurfokus und sogar viele Möglichkeiten im medizinischen Bereich, die nach der kürzlichen Einführung dieser Technologie ausgelöst wurden. Ich selber habe mich darauf fokussiert, diese Wissenschaft in Bezug auf Clear Aligner anzuwenden sowie auf kieferorthopädische Drähte mithilfe von modernsten 3D Druckern und Metamaterialien. Da ich mich selber als Experimentator bezeichnen würde, wende ich das 4D Druckkonzept an meinen eigenen Zähnen an, um Clear Aligner herzustellen. Ich zeichne alle Details genauestens auf, um die Ergebnisse in einer wissenschaftlichen Studie nach Behandlungsabschluss zu veröffentlichen.

### **3. Wie verändert also 4D Technologie die Medizin allgemein und insbesondere die Kieferorthopädie?**

Ich glaube, dass der 4D Druck in den nächsten zwei Jahren viele unserer Ansätze & Methoden, die wir derzeit zur Behandlung von unseren Patienten verwenden, verändern wird. Wenn man online nach 4D sucht, erhält man eine Vielzahl an Suchergebnissen. Man wird dabei ebenso den großen und prägenden Einfluss, dieser Technologie auf die Medizin innerhalb der nächsten zwei Jahre, feststellen. Besonders Bio-Ingenieure versuchen z.B. bereits 4D Druck beim Ersatz von Gewebe oder bei der Herstellung von Implantaten anzuwenden. Diese neue Technologie könnte das Leben vieler Menschen retten, angenommen, dass per 4D Druck hergestellte Objekte ihre Form im inneren des Körpers verändern könnten und sich somit genau an das zu ersetzende Objekt anpassen könnten, ohne die Notwendigkeit eine Vielzahl an Operationen durchführen zu müssen.

Meiner Meinung nach ist 4D Druck für die Kieferorthopädie von größtem Interesse, da wir durch diese neuartige Technologie in der Lage sein werden, unseren Patienten eine viel präzisere Behandlung zu bieten, die sich durch die Spezialanfertigung der Clear Aligner oder des "orthodontic wire" durch die Veränderung der Form beim Einsetzen in "the oral cavity", exakt an die Bedürfnisse der Patienten anpasst.

Dadurch wird das Endergebnis mit vielfach erhöhter Präzision und einer minimalen Anzahl von nur 1-2 Alignern oder "wires" über die gesamte Behandlungsdauer erreicht.

### **4. Was sind die Schwierigkeiten auf dem derzeitigen Markt für Clear Aligner und feste Zahnspangen?**

Zur Zeit gibt es meiner Meinung nach drei Hauptpunkte, die uns in der Kieferorthopädie bei der Behandlung mit Clear Alignern oder festen Zahnspangen Probleme bereiten. An erster Stelle steht der Herstellungsprozess der Clear Aligner, da er viele Schritte beinhaltet und somit das Endergebnis beeinträchtigt, in Betracht auf geringere Präzision, höhere Kosten und einem erhöhten Zeitaufwand und dadurch einer erhöhten Kontrollbedürftigkeit. An zweiter Stelle steht die Komplexität, die durch

die Software für die Herstellung von Clear Alignern berechneten Kräfte exakt anzuwenden. Dabei ist möglicherweise der Einsatz von Zubehör oder einer höheren Anzahl von Attachments an den Zähnen nötig, um die aktuellen Grenzen der Clear Aligner Technologie zu überwinden. Drittens ist auch der Komfort für Patienten während der Behandlung in Betracht zu ziehen, da Patienten während des Behandlungszeitraums eine Vielzahl an Alignern oder "wires" tragen werden.

## **5. Und wie wird die 4D-Technologie diese Probleme lösen?**

Die 4D-Technologie verspricht die oben genannten Punkte und mehr zu lösen.

Zunächst wird hier erläutert, wie einfach es funktioniert:

In der Regel werden die Zähne zuerst gescannt und dann mit Hilfe einer 3D-CAD Software ein Modellabdruck konstruiert, wodurch man festlegen kann, wie und welche Zähne genau bewegt werden müssten.

Die Software ermöglicht es Ihnen in das Objekt 3D-gedruckte Fugen und Schichten einzufügen die Kontraktion auf der einen Seite und Erweiterung auf der anderen möglich machen. Somit lassen sich alle Aligner- oder Spangenformen, die sich durch das Material umwandeln lassen, von der 3D Software bearbeiten.

Das Objekt (z.B. Aligner oder Spange) wird mit einem speziellen Meta-Material 3D gedruckt, das intelligent auf die eingebauten Fugen- und Schichtenänderungen reagiert. Wenn das Objekt in den Mund gelegt wird, gibt es glücklicherweise zwei absolut effektive Reize für das Material, die dafür sorgen, dass sich die Form verändert, nämlich der Speichelfluss (d.h. Flüssigkeiten) und 37 Grad Körpertemperatur (d.h. Wärme).

Der Patient trägt also einfach ein Aligner oder Zahnspange und die Form verändert sich allmählich durch die Anwendung und passt sich den Zähnen solange an, bis es die richtige Form erreicht hat. Jeder Aligner oder Zahnspange könnte für mehr als 5 Monate getragen werden, abhängig von den Bewegungen die auf der Software von der ersten Planungsphase programmiert wurden.

## **6. Wie würden Sie die Vorteile der Kieferorthopädie durch das 4D-Konzept beschreiben?**

Vorteile sind ganz klar vorhanden, da die Patienten eine noch freundlichere Behandlung genießen in der es nicht notwendig ist ihren Kieferorthopäden in kurzen Abständen besuchen zu müssen, wie es bei jüngsten Behandlungen in der Kieferorthopädie heutzutage üblich ist.

Es sind auch bei vielen Behandlungen keine Verfeinerungen mehr notwendig, die zuvor zu schlechten Erfahrungen bei Clear Aligner Behandlungen geführt haben.

Vor allem die Präzision der Kraftanwendung und -verteilung ist genauer, da in der Software die exakte Kraftmenge und die Zeit gesteuert werden.

Außerdem kann die Schienenstärke bei Bedarf geändert und während der gesamten Behandlung gesteuert werden, um Kraft und Verankerungsverteilung absolut beizubehalten und damit die Instabilität und Variabilität zu vermeiden, die bei früheren Clear Aligner-Systemen aufgetreten waren.

## **7. Wann schätzen Sie wird diese Technologie auf dem Markt verfügbar sein?**

Wir hoffen, dass wir die Technologie sehr bald auf den Markt bringen können. Dennoch ist die rationale Erwartung, dass wir 2019 in den Markt eintreten und viele derzeit angewandte Behandlungskonzepte in der Kieferorthopädie ändern können.

**8. Die Technologie in der heutigen Zeit verändert sich sehr schnell. Wie sehen Sie die Entwicklung in den nächsten Jahren in der Kieferorthopädie?**

Ich sehe das 4D Druckverfahren und die erweiterte Realität als bahnbrechend in der Medizin in der kommenden Zeit an.

**9. Wie können wir mehr Informationen und aktuelle Neuigkeiten über diese innovative Technologie erhalten?**

Aktuell ist das Internet voll von 4D-Technologie-Ansätzen. Speziell für die Kieferorthopädie können Sie die neuesten Entwicklungen auf der folgenden Website erhalten: [www.kline-europe.de/4dortho](http://www.kline-europe.de/4dortho).

Vielen Dank Dr. Kandil für Ihren wertvollen Beitrag! Wir hoffen in der Zukunft noch mehr über Ihre neuen Erfindungen zu hören.

Ich bedanke mich für diese Gelegenheit und hoffe, dass diese Verbesserung in Zukunft zu einem erhöhten Wohlbefinden unserer Patienten führen wird.