

Neue Software zur Diagnose und Behandlung von craniomandibulären Dysfunktionen anhand der Fusionierung von DVT- und Jaw-Motion-Tracking-Daten. Ein Beitrag von Jochen Kusch.



Abb. 1: SICAT OPTIMOTION™ Therapieschiene. – Abb. 2: SICAT JMT+ zur Aufnahme von elektronischen Bewegungsmessungen.

# SICAT Function

Seit der Firmengründung des Unternehmens, welches 2004 als Joint-Venture zwischen Sirona Dental Systems GmbH und HICAT GmbH gegründet wurde, folgte SICAT bei der Entwicklung von Softwareprodukten stets dem Motto „Make every case count“. Jeder SICAT Workflow beginnt daher mit einer Diagnose in 3-D, darauffolgender Planung und Beratung sowie anschließender Umsetzung der entsprechenden Planung mit Bohrschablonen bzw. Therapieschienen. Auch SICAT Function, die neue Software zur Diagnose und Behandlung craniomandibulärer Dysfunktionen (CMD), folgt diesem Credo. Mit SICAT Function werden dreidimensionale bildgebende Daten, die mit dem DVT gewonnen wurden (GALILEOS), mit elektronischen Bewegungsmessungen (SICAT JMT+) sowie digitalen Modellen (CEREC) gekoppelt und miteinander fusioniert. Als Ergebnis entsteht eine anatomisch präzise und zugleich realdynamische Patientensituation, die erstmals umfassend analysiert werden kann. Veränderungen im Gelenkspalraum bei Einnahme von definierten Unterkieferpositionen oder im Verlauf der Unterkieferbewegung werden direkt metrisch dargestellt.

In der konventionellen Funktionsdiagnostik wird oft der enorme Zeitaufwand kritisiert. Ebenso fehlte seither die Option, Bewegungsdaten mit Bilddaten zu verbinden. Die Software SICAT Function ermöglicht, im Gegensatz zu konventionellen Arbeitsabläufen, durch die direkte Fusion von DVT- und JMT-Daten einen praxistauglichen und präzisen Workflow. Auf diese Weise können erstmals die echten patientenindividuellen Bewegungen des Unterkiefers im 3-D-Volumen anatomiegetreu dargestellt werden. Zusätzlich können nicht nur Bewegungsspuren des Kiefergelenks für jeden Punkt visualisiert und wiedergegeben werden, sondern auch Bewegungsspuren für jeden beliebigen anderen Punkt des Unterkiefers, wie z. B. Kontaktpunkte einzelner Zähne. Digitale Modelle des Ober- und Unterkiefers können ebenso mit den DVT-Daten fusioniert werden, wodurch die Voraussetzung geschaffen wird, in der Okklusion kiefergelenkgerecht zu behandeln. Mithilfe der digitalen Modelle ist es auch möglich, Kontaktpunkte für jede beliebige Bewegung zu erkennen und gegebenenfalls Störkontakte zu identifizieren.

## Der SICAT Function-Workflow

Mithilfe des SICAT FusionBite, einem Referenzierungslöffel, welcher radioopake Marker aufweist, erfolgt die genaue Fusionierung der DVT- und JMT-Daten. Der Patient trägt den SICAT FusionBite während der DVT-Aufnahme sowie zu Beginn der JMT-Messung. Die sichere und reproduzierbare interdentale Positionierung wird durch Im-



Abb. 1



**Abb. 3:** SICAT Function: Fusion von 3-D-Daten mit Bewegungsdaten und digitalen Modellen.

Das SICAT JMT+ ermöglicht auch die Aufzeichnung des Kauens von Nahrungssubstrat (z. B. mit Gummibärchen). Die Krafteinwirkung des Kauens, welche im Bewegungsablauf berücksichtigt wird, spiegelt sich in der Auswertung gesamtanatomisch wider. Das SICAT JMT+ erfasst die echten dreidimensionalen Patientenpositionen und Bewegungen mit allen sechs Freiheitsgraden – ohne vorausgesetzten Zusammenhang zu einer Gelenkachse.

Die zuvor aufgenommenen DVT- und JMT-Daten werden in der Software SICAT Function mithilfe der röntgenopaken Marker semi-automatisch fusioniert. In einem weiteren

Schritt wird aus den DVT-Daten der Unterkiefer samt Kondylen segmentiert. Die Segmentierung erfolgt ebenfalls semi-automatisch mithilfe eines Wizards: Der Benutzer markiert auf den radiologischen Schichtansichten grob anhand weniger Striche die ungefähre Lage des Unterkiefers. Nach kurzer Berechnung präsentiert die Software dann den freigestellten Unterkiefer in 3-D. Was folgt, ist die patientenindividuelle Bewegung des segmentierten Unterkiefers samt Kondylen. Die mit dem SICAT JMT+ aufgenommenen Bewegungen können aus einer Liste ausgewählt werden und die Bewe-

pressionen der Zahnreihen in Silikon gewährleistet. Für den SICAT Function-Workflow ist keine Bestimmung von speziellen Scharnierachsen oder anderen Referenzmarkierungen am Gelenk notwendig. Sollte eine „Scharnierachse“ trotzdem gewünscht werden, kann diese natürlich zusätzlich erfasst oder direkt in der Software bestimmt werden.

Für die Positions- und Bewegungsmessungen des Kiefers wird das SICAT JMT+ verwendet. Das SICAT JMT+ System arbeitet nach der Methode der Laufzeitmessung von Ultraschallimpulsen – einer Umrechnung von Laufzeiten mehrerer akustischer Signale in Rauminformationen. Der extrem leichte Unterkiefersensor wird mittels eines paraokklusal angebrachten Attachments befestigt. Dadurch wird die okklusale Bissbeziehung nicht gesperrt oder beeinträchtigt. Zur Befestigung des Attachments wird ein Metallsteg im Verlauf der Unterkieferfront-

zähne vestibulär gebogen, mit Provisorienkunststoff individualisiert und mit wenigen Tropfen Acrylkleber befestigt. Der Messensor ist durch eine magnetische Kopplung am Unterkieferattachment sowie mit dem SICAT FusionBite stabil befestigt.

Der Gegenpart zum Messsensor ist die am Kopf fixierte Mikrofoneinseneinheit. Nach Abschluss der Referenzierung mit dem SICAT FusionBite kann dieser entfernt werden und die eigentliche Funktionsuntersuchung mithilfe des am paraokklusalen Attachment befestigten Sensors beginnt. Die Anzahl der möglichen Messungen ist offen und kann je nach Protokoll des Behandlers frei gewählt werden.

**Abb. 4:** SICAT FusionBite zur Referenzierung von DVT- und JMT-Daten. – **Abb. 5:** Anbringen des paraokklusalen Attachments. – **Abb. 6:** Bewegungsaufnahme mit dem SICAT JMT+.



Abb. 6



Abb. 4



Abb. 5

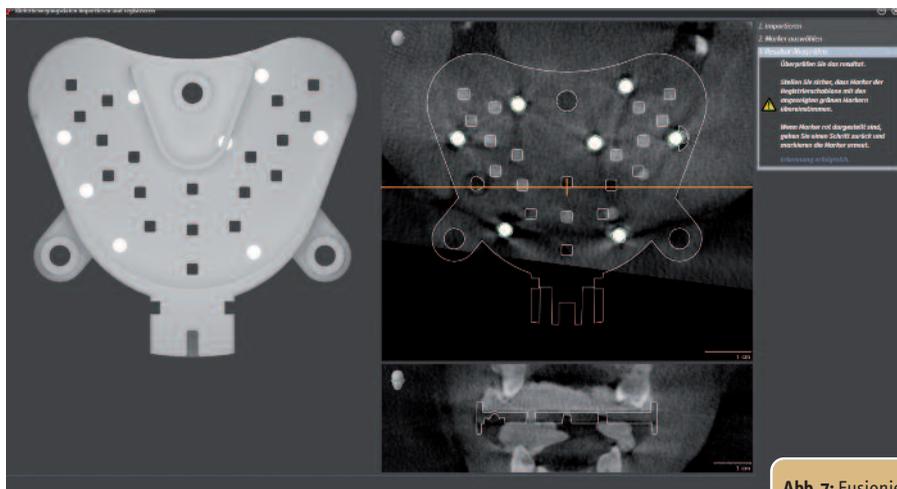


Abb. 7: Fusionierung der DVT- mit JMT-Daten.

erstmalig komprimierte Kiefergelenke anhand der individuellen Gelenkspaltsituation erkannt werden.

Messungen mit dem SICAT JMT+ können jederzeit wiederholt und im vorhandenen DVT dargestellt werden, solange der SICAT FusionBite des Patienten zur Verfügung steht. Dies ermöglicht die Dokumentation unterschiedlicher Bewegungsspuren während des Therapieverlaufs und z.B. Bewegungsmuster des schmerzfreien Patienten mit dem ursprünglichen Bewegungsmuster zu vergleichen, um die dauerhafte Therapie des Patienten entsprechend zu planen.

gungsspur wird automatisch angezeigt. An jedem spezifischen Punkt des Kondylus und der Mandibula lassen sich die Bewegungsspuren visualisieren – und dies je nach Präferenz des Behandlers. Die räumliche Beziehung von Kondylus und Fossa in Bewegung kann so erstmals individuell veranschaulicht werden.

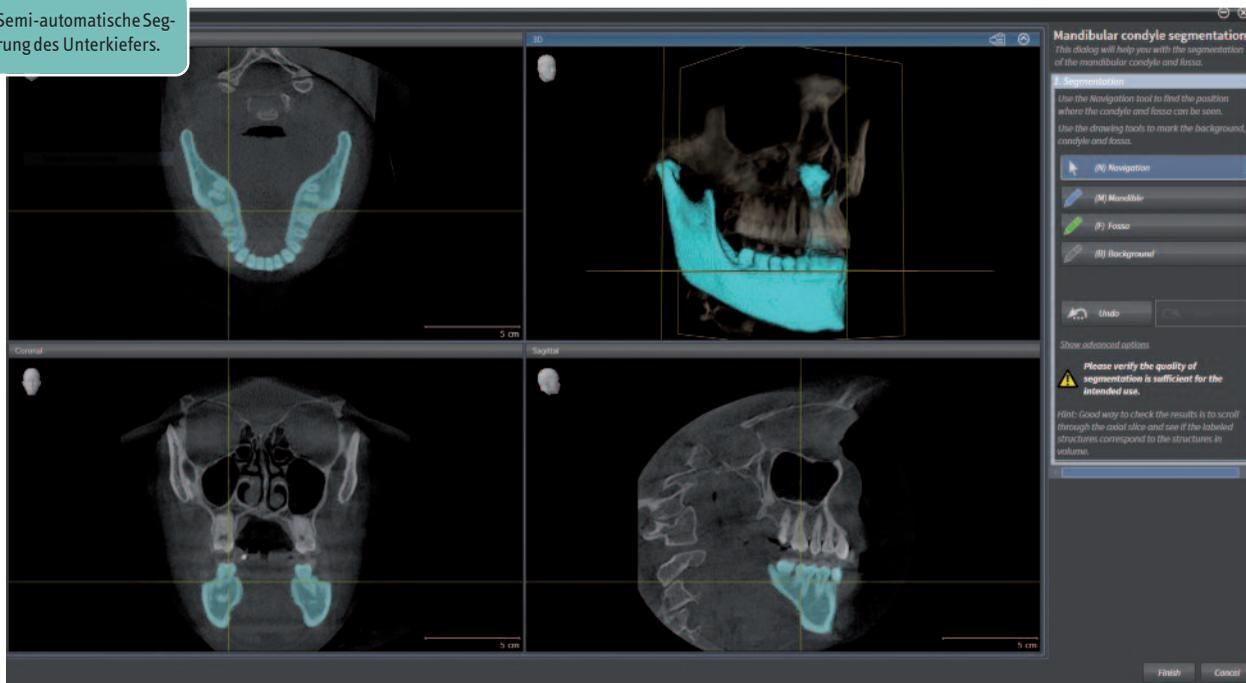
Auch die dynamische Okklusion lässt sich anhand der optischen Abformungen (CEREC, Sirona) für jede Kieferstellung nachvollziehen. Hierzu werden die im intraoralen Scanverfahren gewonnenen optischen Abformungen mit den DVT-Daten metrisch korrekt überlagert. Wird eine Bewegung ausgewählt,

werden die Oberflächen-daten zusammen mit dem segmentierten Unterkiefer einschließlich der Kondylen bewegt. Dadurch entsteht ein komplettes digitales Bild der dynamischen Okklusion und Kieferbewegung im Zusammenspiel mit der Funktion der Kiefergelenke. Je nach Interesse des Behandlers können verschiedene Bereiche – beispielsweise das Kiefergelenk – fokussiert und gezoomt werden. Positionsgenau erscheint die gewählte Kondylenposition entlang der Bewegungsspur. Auch der Gelenkspalt kann für jede aufgenommene Kieferstellung und -bewegung anatomiegetreu dargestellt werden. Dadurch können

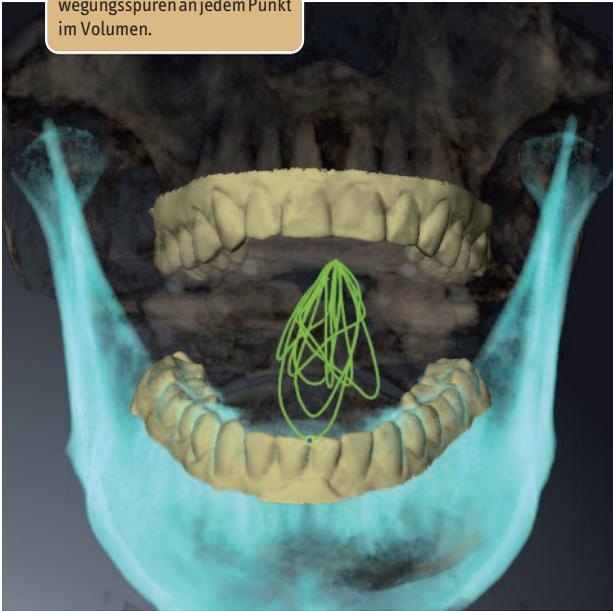
### SICAT OPTIMOTION

Nach Diagnose und Analyse der vorliegenden Daten kann je nach Präferenz des Behandlers eine maschinell hergestellte SICAT OPTIMOTION-Behandlungsschiene bei SICAT bestellt werden. Die direkt aus der Software digital angeforderte Behandlungsschiene kann anhand der DVT-Daten, der optischen Abformungen und der Bewegungsdaten voll kiefergelenkgerecht geplant und gefertigt werden. Im ersten Schritt wird eine SICAT OPTIMOTION angeboten, welche auf den Grundprinzipien der Michigan-Behandlungsschiene basiert. Weitere Schienenvarianten folgen in der nahen Zukunft.

Abb. 8: Semi-automatische Segmentierung des Unterkiefers.



**Abb. 9:** Visualisierung der Bewegungsspuren an jedem Punkt im Volumen.



**Abb. 10:** Dynamische Okklusion anhand der fusionierten Oberflächendaten.

## Fazit

Die vorgestellten Möglichkeiten von SICAT Function eröffnen ungeahnte Perspektiven in der Diagnose und Therapie von arthrogenen, okklusogenen und myogenen Funktionserkrankungen. Zum ersten Mal können Kiefer- und Kaubewegungen praxistauglich in der patientenindividuellen Anatomie visualisiert werden. Bewegungsspuren, wie sie auch in herkömmlichen Jaw-Tracking-

Systemen dargestellt werden, können für jeden anatomischen Referenzpunkt auch noch nach der Messung gezielt ausgewählt und im 3-D-Volumen angezeigt werden. Damit sind Position und Lage der Bewegungsspuren im Raum eindeutig der Anatomie des Patienten zugeordnet.

Darüber hinaus kann erstmals der Gelenkspalt im Sinne einer anatomischen Kondylenpositionsanalyse für jede Bewegung und Kieferposition anhand der

Kiefergelenkanatomie visualisiert und metrisch korrekt dargestellt werden, einschließlich der dynamischen Okklusion. Auch ist die individuelle Gestaltung der Positionsanalysen und Auswertebereiche mit nur einer einzigen DVT-Aufnahme möglich. Der komplett digitale Workflow zur Bestellung einer OPTIMOTION-Behandlungsschiene rundet die Gesamtlösung mustergültig ab.

Erstmals ist die Diagnostik, Therapieplanung und Patientenberatung in einer Sitzung – chairside – möglich. Die Software SICAT Function ist mit dem speziell auf die Gesamtlösung abgestimmten Kiefergelenkmesssystem SICAT JMT+ erhältlich. Für weitere Infos besuchen Sie unsere Website [www.sicat.de](http://www.sicat.de)

\* Fa. SICAT GmbH & Co. KG, [www.sicat.de](http://www.sicat.de)

**Abb. 11:** Vergrößerung des Kiefergelenks in SICAT Function.



## Kurzvita



Jochen Kusch  
[Autoreninfo]

