

# Möglichkeiten der elektronischen Registrierung bei prothetischen Versorgungen

*Elektronische Registrierungen zur Aufzeichnung der Gelenkbahnen sind vor allem zur Diagnostik von Gelenkerkrankungen entwickelt worden. Bei einigen Geräten besteht aber auch die Möglichkeit, Artikulatoren zu programmieren. Im folgenden Beitrag wird die Entwicklung und Praxistauglichkeit der elektronischen Registrierung beschrieben. Neben der Gelenkdiagnostik geht der Autor insbesondere auf die Artikulatorprogrammierung gängiger Geräte ein. Hier sieht er den Vorteil der elektronischen Registrierung in der sofortigen Darstellung der Mediotrusionsbahn gegenüber der mechanischen Axiografie.*

Bereits 1925 begann Schröder mit der elektrischen Aufzeichnung der Gelenkbahnen, danach gab es mehrere elektronische Verfahren, aber erst 1982 stellte R. Klett weltweit das erste kommerzielle, elektronische Registrierungsverfahren, den String-LR Rekorder vor<sup>1</sup>, der die Translationsbewegungen des Unterkiefers mit einem Infrarot-Verfahren berührungslos und gelenknah aufzeichnen konnte. Dieses Verfahren wurde seitdem ständig weiterentwickelt. Die heutige Version dieses Registriergerätes ist der String Condylcomp LR3<sup>2</sup>, der neben Translationen auch Rotationen und somit alle 6 Freiheitsgrade der Unterkieferbewegung messen und auswerten kann. Ebenso ist der Zeitfaktor durch den Abstand der Punkte sichtbar. Vorher und später sind mehrere elektronische Registriergeräte<sup>3,4,5,6,7,8,9</sup> entwickelt worden. Sie unterscheiden sich einerseits darin, dass gelenknah, d. h. auf der Achse oder gelenkfern registriert wird und andererseits, dass berührungslos, z. B. mit Infrarot, Ultraschall oder mit Stift auf einer Platte aufgezeichnet wird. Letztere sind nichts anderes als eine mechanische Axiografie, die jetzt elektronisch übertragen wird.

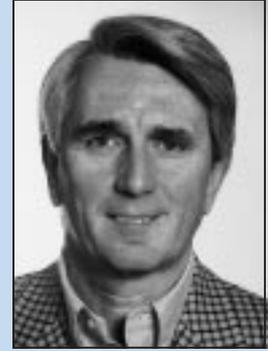
Die elektronischen Registriergeräte sind anfangs zur Aufzeichnung der Gelenkbahnen entwickelt worden. Hierbei sind sie auch für die Diagnostik von Arthropathien sehr hilfreich, allerdings sind dazu nur gelenknahe und berührungslose Systeme wie z. B. der String-Condylcomp LR3 geeig-

net. Registriergeräte mit Stiftabtastung haben durch die Reibung eine absolute und relative Messgenauigkeit, die Auflösung ist dadurch nicht so groß und kleinste, für die Diagnose oft bedeutende Abweichungen können deshalb nicht dargestellt werden. Ebenso ist der Zeitfaktor nicht sichtbar.

## Anwendung in der Kiefergelenktherapie

Die Behandlung von Kiefergelenkerkrankungen ist seit Anfang 1999 einfacher geworden. Basierend auf den Untersuchungen von Christiansen und Winzen<sup>10</sup> ist es möglich, nach einer elektronischen Registrierung der Unterkieferbewegungen mit dem Condylcomp LR3 die Registrierung des Patienten mit dem CAR-Artikulator von Winzen oder dem Variocomp von Christiansen am Computer nachzuführen und in der therapeutischen Position in allen drei Ebenen einzustellen. Dann kann in dieser Position eine Unterkiefer-Aufbissplatte hergestellt werden. Nach dem Einsetzen der Aufbissplatte werden die Schmerzen und das Knacken verschwinden.

Am Beispiel einer exzentrischen Diskluxation möchte ich das Vorgehen zeigen. Die Patientin hat Schmerzen und festzustellen sind ein intermediäres Knacken beim Öffnen und ein terminales



Dr. Jürgen Dapprich

1968 Examen (Studium in Frankfurt und Würzburg)  
 1970 Promotion  
 Zwei Jahre Assistentenzeit in Düsseldorf  
 Intensive Fortbildung auf allen Gebieten der Zahnheilkunde, besonders Parodontologie, Prothetik und Funktionsanalyse  
 Seit 1973 eigene Praxis in Düsseldorf  
 Ab 1975 Vorträge und Kurse in Parodontologie und Funktionslehre mit Veröffentlichungen. Kurse im Karl-Häupl-Institut über Einschleifen im natürlichen Gebiss und über Totalprothetik im In- und Ausland  
 Mentor der Studiengruppe Totalprothetik der Zahnärztekammer Nordrhein  
 Autor des Quintessenz Buches „Totalprothetik-Klinik und Technik der weiterentwickelten Lauritzen-Methode“ zusammen mit ZTM E. Oidtmann  
 Hauptarbeitsgebiete: Parodontologie, Prothetik, Funktionstherapie und Kiefergelenkerkrankungen  
 Dr. Dapprich ist u.a. Mitglied der „Neuen Gruppe“ und der International Academy of Gnathology sowie Fellow des International College of Dentists

Knacken beim Schließen im linken Kiefergelenk.

Bei der elektronischen Registrierung mit dem Condylcomp ist die Diagnose ein-

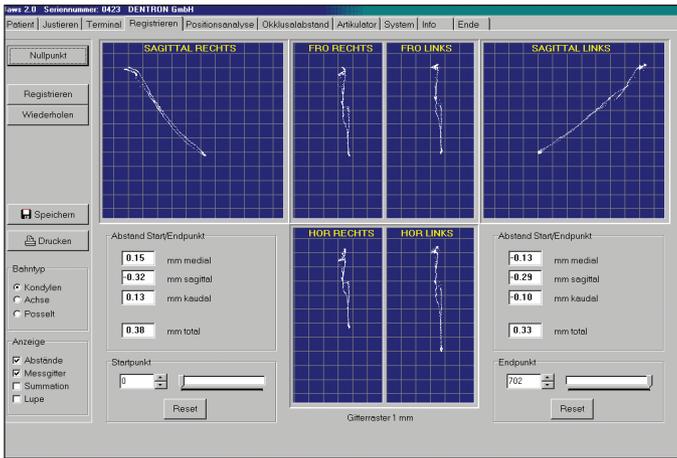


Abb. 1: Exzentrische Diskluxation

fach, auf der Exkursivbewegung der Frontal- und Horizontalebene sieht man nach 3 mm eine laterale Verschiebung des linken Kondylus, während der Diskus nach medial luxiert. Bei der Inkursivbewegung gleitet der Kondylus in einer lateralen Position bis 1 mm vor den Endpunkt, die Reposition erfolgt und der Kondylus wird wieder nach medial verschoben, weil der Diskus den Gelenkraum jetzt wieder frei gibt (Abb. 1).

Bei der Registrierung der Patientin nehmen wir bei der Positionsanalyse ca. 1 bis 2 mm protrusiv ein Registrat. Die Modelle werden mit diesem Registrat in den CAR-Artikulator eingestellt und die Registriergehäuse des Condylcomp angebracht (Abb. 2). Wir befinden uns jetzt auf den

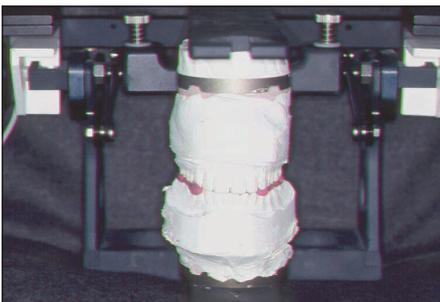


Abb. 2: CAR-Artikulator

gelben Kreuzen und sind an derselben Position wie im Mund des Patienten. Wir klicken die Position „Verschieben“ an und das gelbe Kreuz wird von einem roten Kreuz überlagert, das wir mit den Schrauben des CAR-Artikulators dreidimensional

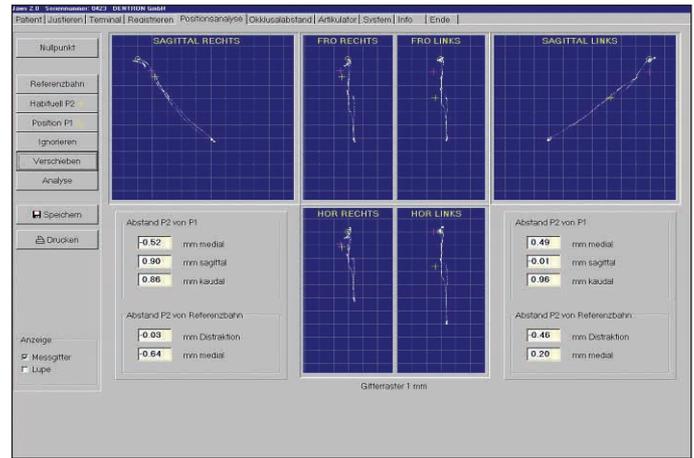


Abb. 3: Gelbe Kreuze: Registrat beim Patienten, rote Kreuze: therapeutische Position

zu der therapeutischen Position bewegen können (Abb. 3).

In dieser Position nehmen wir im CAR-Artikulator ein neues Registrat und gipsen die Modelle in einen individuell einstellbaren Artikulator wie z. B. den SAM 3. Wir stellen alle individuellen Werte ein und der Zahntechniker fertigt eine Unterkiefer-Aufbissplatte an, die zwei bis drei mm tiefe Impressionen auf der Kaufläche hat, in der die Oberkiefer-Höcker Halt finden, so dass so die neue Position fixiert wird. Die Impressionen werden so eingeschliffen, dass bei der Front-Eckzahnführung keine Balance- und Lateralkontakte auftreten.

Dies ist ein großer Fortschritt in der Kiefergelenkbehandlung! Dazu muss allerdings die Aufbissplatte außer beim Essen Tag und Nacht ca. drei bis sechs Monate getragen werden.

## Programmierung von Artikulatoren

Für die Artikulatorprogrammierung sind alle Geräte geeignet, dabei muss man aber berücksichtigen, dass die gelenknahen Registriergeräte genauer sind, da die Abweichungen von Projektionsfehlern geringer sind. Der Vorteil einer elektronischen Registrierung gegenüber einer mechanischen Axiografie liegt darin, dass die Mediotrusionsbahn sofort sichtbar ist, während sie bei

der mechanischen Axiografie nicht direkt aufgezeichnet wird, sondern erst konstruiert werden muss. Deshalb ist eine elektronische Registrierung besser und genauer, hier sieht man ohne Verzögerung die Mediotrusionsbahn. Bei der Registrierung muss man den Unterkiefer mit der Hand leicht führen, sonst gerät der Patient häufig in eine Latero-Protrusion. Außerdem sind die Mediotrusionskurven flacher wenn der Patient selbst führt, als bei manipulierter Bewegung durch den Zahnarzt. Man sieht auf dem Monitor sofort, wenn der Unterkiefer zu stark geführt wird oder der Patient in eine Latero-Protrusion abweicht. Deshalb registriere ich die Mediotrusion immer mehrmals und bekomme so einige identische Kurven.

Die Programmierung der Artikulatoren ist einfach, der ausgewählte Artikulator (Artex, Condylator, Denar Mark 2, Linear-Typ Non Arcon, Linear-Typ Arcon, Panadent, Protar, SAM 2/3, Stratos 200, Stuart) wird in einem Menü angeklickt und die einzelnen Werte können nacheinander gespeichert und in einem Technikblatt ausgedruckt werden.

Die Werte für die Protrusion können leicht eingestellt werden und für einige Artikulatoren gibt es individuelle Einsätze, wie z. B. für den SAM 3. Dieser hat drei verschiedene Einsätze, die nach zwei mm Protrusion noch eine Genauigkeit von 87 Prozent aufweisen<sup>11</sup>. Am genauesten ist hier der Stuart-Artikulator, der neun verschiedene Protrusionseinsätze hat, die nach

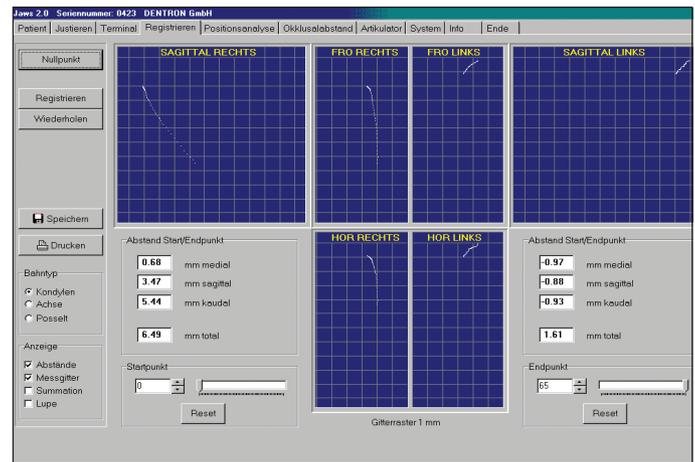
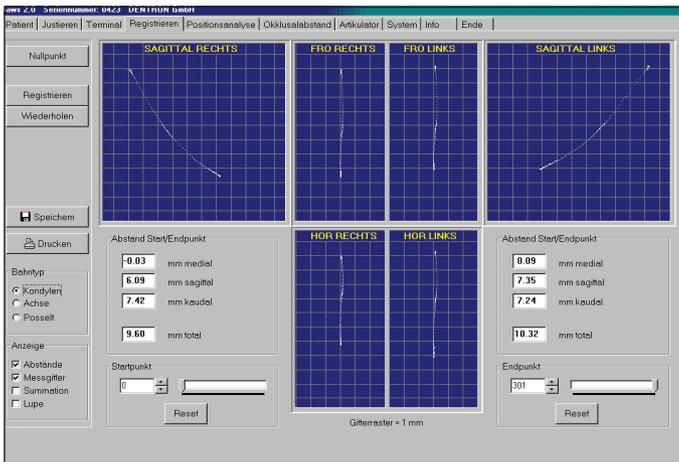


Abb. 4: Protrusion

Abb. 5: Mediotrusion rechts

zwei mm eine Genauigkeit von 95 Prozent ergeben. Aber alle Artikulatoren, die eine gekrümmte Protrusionsbahn haben, sind auch nach zwei mm noch ausreichend genau. Artikulatoren mit gerader, linearer Protrusion sollten für umfangreiche Rehabilitationen nicht mehr verwendet werden.

Die Einstellung der Mediotrusion am Artikulator ist schon sehr viel schwieriger zu realisieren. Als Referenz dient hier wieder der Stuart-Artikulator, der neben dem linearen vier verschieden gekrümmte Einsätze von 0.25/0.5/0.75 und 1.0 mm hat. Nach zwei mm erreicht er noch eine Übereinstimmung von 76 Prozent, dies wäre nur mit der mechanischen Pantographie des Stuart-Artikulators bei entsprechend präzisiertem Vorgehen zu übertreffen. Die Pantographie habe ich früher bei allen Rehabilitationen routinemäßig durchgeführt, der

Zeitaufwand liegt beim Patienten und anschließend dem Einstellen des Artikulators zwischen zwei und drei Stunden und ist heute nicht mehr akzeptabel.

Das Einstellen der elektronisch ermittelten Werte ist dagegen sehr schnell möglich (Abb. 4, 5, 6). Ein Technikblatt wird anschließend mit allen relevanten Werten ausgedruckt (Abb. 7).

Bei allen anderen Artikulatoren ist die Übereinstimmung nach zwei mm wesentlich geringer, sie liegt beim SAM mit drei verschiedenen Einsätzen bei 11 Prozent und bei Artikulatoren mit fest eingebautem Radius und verstellbarem Bennettwinkel noch darunter. Für den SAM-Artikulator habe ich 1990 vier verschiedene Einsätze als Prototyp entwickelt und mit den alten und neuen Einsätzen erreichte der SAM nach zwei mm eine Überein-

stimmung von 87 Prozent. Falls ein Artikulator also austauschbare Mediotrusionseinsätze hat, kann man noch einiges zur Optimierung verbessern. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Re- und Surtrusion auf der Arbeitsseite. Der Condylcomp gibt sie uns als Grad und in Millimeter an. Die Re- und die Surtrusion sind als einzige beim Stuart-Artikulator voll einstellbar, wobei heute die Detrusion, die C. E. Stuart<sup>12</sup> angab, als negative Surtrusion im Condylcomp erscheint. Die brauchen wir aber nicht einstellen, denn wenn sich der Kondylus bei der Laterotrusion nach unten bewegt, kommt es zu einer größeren Disklusion der Zähne. Die positive Surtrusion ist aber von großer Bedeutung, ebenso wie die Retrusion.

Für alle Arcon Artikulatoren mit 110 mm Kondylarabstand und einer Kondylarku-

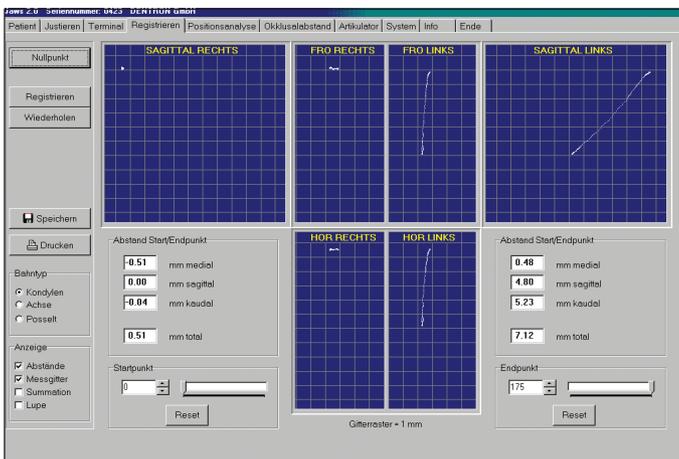


Abb. 6: Mediotrusion links

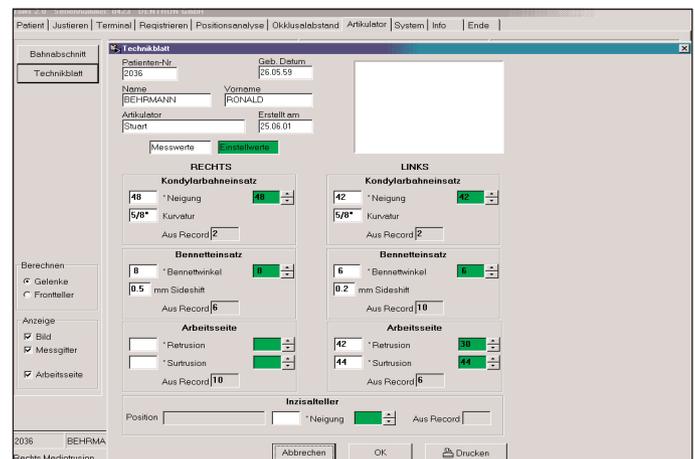


Abb. 7: Technikblatt für die Einstellung des Artikulators



Abb. 8: SRT-Artikulator-Oberteil

gel von 10 mm Durchmesser gibt es das Artikulatoroberteil SRT, das O. Winzen<sup>13</sup> entwickelt hat (Abb. 8). Dies ersetzt nach dem Aufwachsen der Zähne im Artikulator das Oberteil und damit kann dann die Re- und Surtrusion in die Kauflächen eingearbeitet werden.

## Enormes Potenzial

Zukünftig könnten für alle Artikulatoren, die austauschbare Pro- und Mediotrusionseinsätze haben, nach einer elektronischen Registrierung im CAD/CAM-Verfahren individuelle Einsätze gefräst werden.

Einen anderen Weg gingen Freesmeyer und Luckenbach<sup>14</sup>, sie entwickelten 1987 für den Artex-AV-Artikulator individuell gefrägte Gelenkblockeinsätze im CAD-Verfahren, deren Werte mit dem elektronischen Compugnath-Messsystem (Fa. Girrbaach, Pforzheim) ermittelt wurden.

In der Weiterentwicklung dieser beiden Systemen sehe ich die Zukunft der Artikulatorprogrammierung, die dann nach elektronischer Registrierung mit der CAD/CAM-Technik am Computer auch in virtuellen Artikulatoren<sup>15</sup> hergestellt werden, die erste Umsetzung wurde bereits 1996 mit CICERO<sup>16</sup> realisiert.

Daneben gibt es schon einen computergesteuerten Robot-Artikulator namens „Rosy“ von D. Edinger<sup>17</sup>, der nach Registrierung mit Ultraschall-Sensoren die Kau- und Grenzbewegungen exakt wiedergibt und in dem die Kauflächen individuell mit allen Parametern aufgewachst werden können. Zu anderen Registriersystemen wie z. B. dem Condylcomp LR3 hat Rosy Schnittstellen. Die Weiterentwicklung der Software<sup>18</sup> ermöglicht heute schon die Unterkiefer-Bewegungen am Rosy-Artikulator zu beobachten und gleichzeitig am Bildschirm in 3D-Darstellung im virtuellen Artikulator die Bewegungen der beteiligten Kauflächen zu studieren. Ebenso können die aufgewachsenen Kauflächen digital fotografiert werden und die Bewegungsbahnen im Sinne des okklusalen Kompasses nach Polz auf die Kaufläche projiziert werden.

Die Entwicklung geht weiter und es bleibt spannend, welche Systeme sich in der Zukunft für die Artikulatorprogrammierung in der Praxis durchsetzen werden.

Die Literaturliste kann in der Redaktion angefordert werden.

*Korrespondenzadresse:*

*Dr. Jürgen Dapprich  
Graf-Adolf-Str. 25  
40212 Düsseldorf*