

# Der Einfluss der Muskulatur auf das orofaziale System

In der internationalen Forschung zum orofazialen System sind erst seit vergleichsweise kurzer Zeit die Probleme der Kaumuskulatur und deren nervale Steuerung von Interesse. Meist haben andere Komponenten im Mittelpunkt gestanden, ganz besonders die Kiefergelenke. Deshalb wurde lange Zeit die Rolle der Kaumuskulatur unterbewertet, vor allem im Zusammenhang mit der so genannten Zentrik. Inzwischen sind in der Literatur vielfältige Bemühungen, gemeint ist das Herangehen aus verschiedenen Blickwinkeln, um mehr Klarheit in dieser Problematik zu finden. Der folgende Beitrag referiert eine Reihe tierexperimenteller Studien und im Ergebnis die Entwicklung einer objektiven Methode zur Bestimmung der physiologischen Unterkieferposition. Mitentwickler ist in diesem Fall der Autor selbst.

Um dem komplexen Geschehen des orofazialen Systems auf die Spur zu kommen, gibt es seit Jahrzehnten die vielfältigsten Bemühungen. Mit den unterschiedlichsten Methoden werden die anatomischen und physiologischen

Gegebenheiten untersucht, allerdings bei sehr unausgewogener Schwerpunktsetzung. Dies wiederum hat nur z. T. mit der „Zugänglichkeit“ der zu erforschenden Objekte zu tun. Nicht unwesentlichen Einfluss haben die finan-

ziellen Bedingungen, denen die Forschung unterworfen ist. Wenn wir versuchen, die Vielzahl der Ergebnisse zu vergleichen und damit auszuwerten, treffen wir auf zwei grundlegende Probleme: Die Versuchsansätze sind erstens extrem unterschiedlich – somit sind die Ergebnisse meist nicht direkt vergleichbar – und zweitens sind die im Tierexperiment gewonnenen Daten oft nicht auf den Menschen übertragbar. Letzteres gilt vor allem für die Muskulatur. Es ist allgemein bekannt, dass sich Skelett- und Kaumuskulatur grundlegend unterscheiden. Da biochemische, physiologische Erkenntnisse über das Verhalten der Muskulatur aber nur im Tierversuch gewonnen werden können, sind solche Belege eher selten. Wenn es sie gibt, handelt es sich meist um Untersuchungen an der Skelettmuskulatur.

Wie bereits ausgeführt, wurde die Bedeutung der Kaumuskulatur im orofazialen System bis vor wenigen Jahren allgemein unterschätzt. So können wir meist nur auf Quellen zurückgreifen, die lediglich indirekte Aussagen durch EMG-Ableitungen, Kaumuskeldickemessungen und Ähnliches liefern. Dabei handelt es sich um funktionelle Resultate, die in keiner Weise Aufschluss über das Geschehen innerhalb der Muskeln liefern. Trotzdem sind diese Arbeiten verdientvoll und die Resultate ebenso



**Dr. med. habil. Andreas Vogel**

1967–1972 Studium der Zahnmedizin an der Universität Leipzig, Abschluss mit Diplomarbeit: Lehrfilm „Ausbildung bedingter Reflexe bei Ratten“. Anschließend Tätigkeit in der Abt. für Chirurgische Prothetik und Epithetik der Poliklinik für Prothetische und Orthopädische Stomatologie der Universität Leipzig  
1979 Verteidigung der Dissertation

zur Promotion A1. Durchblutungsmessungen an der Pulpa dentis unter Einsatz einer nuklearmedizinischen Diagnostikmethode. Eine tierexperimentelle Studie  
1986 Verteidigung der Dissertation zur Promotion B (Habilitation). Entwicklung einer nuklearmedizinischen Methode zur Registration hämodynamischer Vorgänge in kleinen Bereichen und ihr Einsatz am Blutgefäßsystem der Pulpa dentis (eine tierexperimentelle Studie)  
1987 Verleihung des Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preises der Universität Leipzig  
1987 Ernennung zum Oberarzt an der Zahnklinik der Universität Leipzig und Verteidigung der *Facultas docenti* für das Fachgebiet „Prothetische Stomatologie“  
1992 Mitbegründer des Institutes für Medizin- und Dentaltechnologie GmbH, Leipzig (imd)  
Seit Okt. 1993 Tätigkeit in eigener Niederlassung  
Seit 2002 Geschäftsführer des imd

erhellend wie die Entwicklung biomechanischer Modelle. Im Komplex dieser Arbeiten sind besonders jene zu beachten, die in den 1980er Jahren, initiiert und begleitet von A. Vogel, an der Leipziger Universität geleistet wurden. Aus vielen und sehr unterschiedlichen Gründen wurde von diesen Forschungen in der internationalen wissenschaftlichen Literatur kaum Notiz genommen.

### Tierexperimentelle Forschung I

Die über den Zeitraum von etwa 10 Jahren laufenden tierexperimentellen Studien hatten zum Ziel, genauere Einsicht in die biochemischen, histochemischen und physiologischen Vorgänge in den Kaumuskeln und Kiefergelenken zu gewinnen. Durch die Veränderung der Okklusion mithilfe einer einseitigen Okklusionsstörung sollte herausgefunden werden, ob und in welcher Weise die Muskulatur reagiert. Dabei stützte man sich bei der Planung der Methode und Zielsetzung auf die damalige internationale Forschung und deren Erkenntnisse.

In einer ersten Folge konzentrierte man sich auf den Musculus masseter. Bei einer zweiten Serie wurde der Fokus auf die Kiefergelenke gerichtet. Schließlich wurde in einer dritten Folge das Forschungsprogramm über diese beiden Aspekte hinaus auf den Musculus temporalis, den Musculus pterygoideus medialis und den Pterygoideus lateralis erweitert. In den Mittelpunkt wurde aber der Musculus pterygoideus lateralis gerückt, da über das Verhalten dieses in der Tiefe liegenden und nicht sicher palpierbaren Muskels nur wenig bekannt war. Diese umfassende Versuchsserie hatte konsequent von Anfang an immer den gleichen Ansatz. Somit waren die Ergebnisse der Einzelglieder der Serie direkt vergleichbar:

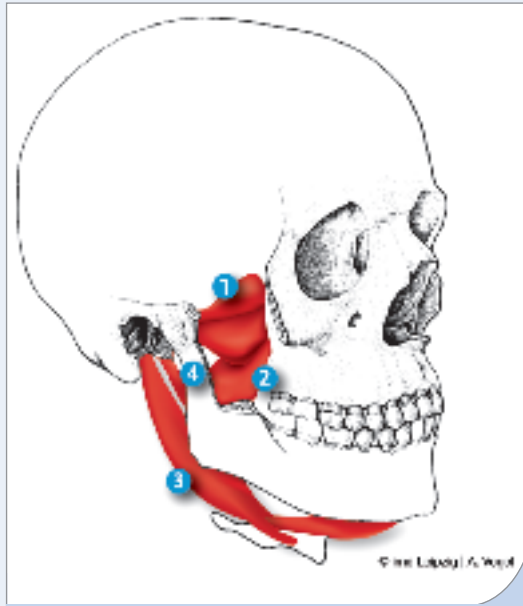


Abb. 1: Stilisierte Ansicht nach Entfernen der suprahyalen Muskeln: 1 = M. pterygoideus lateralis; 2 = M. pterygoideus medialis; 3 = M. digastricus; 4 = M. stylohyoideus (modifiziert nach G.-H. Schumacher).

Als Versuchstier diente das für zahnmedizinische Forschungen auf Grund seiner Zuchtlinie international anerkannte Miniaturschwein MINI-LEWE. Es wurde jeweils eine einseitige okklusale Störung in Form einer um 3 mm überhöhten Gussfüllung in den vierten Prämolaren und ersten Molaren des rechten Oberkiefers eingebracht. Die Anzahl der Versuchstiere und die Größe der Kontrollgruppe wurden so gewählt, dass statistisch verwertbare Ergebnisse zu erwarten waren. Das Gleiche gilt für die Festlegung des Versuchszeitraums (20 bzw. 48 Wochen).

**Aufbau der Kaumuskulatur I** Die folgenden Ausführungen beziehen sich lediglich auf die die Kaumuskeln betreffenden Forschungen. Die aufwändigen Experimente hatten zum Ziel, Erkenntnisse über morphologische, histochemische und biochemische Vorgänge bzw. Veränderungen zu gewinnen. Kaukraftmessungen, Messungen der Muskelmasse sowie EMG-Ableitungen vervollständigten das umfang-

reiche Untersuchungsprogramm. Diese weit gesteckten Ziele waren ohne kompetente Partner nicht zu erreichen. Zur Mitarbeit konnten die Anatomischen Institute der Universitäten Leipzig und Rostock (insb. G.-H. Schumacher) und das Institut für Sportmedizin an der DHfK Leipzig gewonnen werden.

Entsprechend ihrer Funktion werden die Kaumuskeln, das ist allgemein bekannt, in zwei Hauptgruppen eingeteilt – die Kieferschließer (Adduktoren) und die Kieferöffner (Abduktoren). Zu den Kieferschließern gehören die Mm. masseter, temporalis und pterygoideus medialis. Der M. pterygoideus lateralis ist ein Kieferöffner, neben den oberen und den unteren Zungenbeinmuskeln. Diese werden als indirekte Kieferöffner bezeichnet. Alle diese Muskeln haben natürlich weitere Aufgaben, vor allem im horizontalen Bereich. Aber allein solch eine grobe funktionelle Unterteilung lässt bereits vermuten, dass morphologische Unterschiede vorliegen müssen. Über das Faserspektrum der Kaumuskeln waren in der Literatur viele Angaben vorhanden, die in den groben Kennziffern auch durch die histochemischen Untersuchungen so bestätigt wurden. Interessanter war aber zu erforschen, ob und wenn ja, welche Veränderungen in diesem Spektrum erfolgten.

In der internationalen Forschung hatte man herausgefunden, dass im Faserspektrum der Kieferschließermuskeln die schnellen FT-Fasern (fast twitch) für schnelle, kräftige Kontraktionen überwiegen. Sie haben einen glykolytischen Stoffwechsel und sind daher schnell ermüdbar. 75 bis 80 % Anteil werden angegeben. Diese Fasern werden unterteilt in Fasern vom Typ II A, Typ II B und Typ II X. (Die Terminologie ist nicht ein-



Abb. 2: Musculus pterygoideus lateralis und medialis (Processus coronoideus entfernt) (Abb. nach einem Poster von L. Händel, A. Vogel, V. Ulrici et al.).

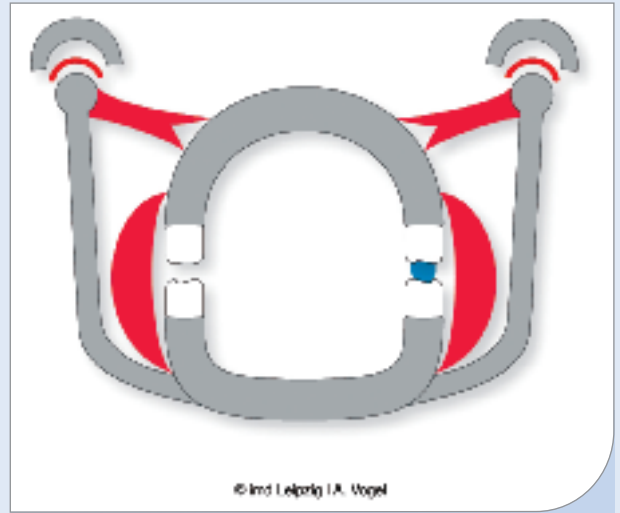


Abb. 3: Ein überhöhtes Inlay ist als einseitige Okklusionsstörung eingebracht.

heitlich, je nachdem, welcher Aspekt betrachtet wird – was natürlich das Verständnis nicht erleichtert. So verwendet man z. B. unter dem Ansatz der Muskelproteine andere Termini und differenziert weitergehend.) In dem Spektrum der FT-Fasern sind die des Typs II B die am schnellsten kontrahierenden, und Typ II A sind – das ist bemerkenswert – mit aerobem (oxidativem) Stoffwechsel ausgestattet.

Für den Kieferöffner M. pterygoideus lateralis wird übereinstimmend ein höherer Anteil an ST-Fasern (slow twitch) angegeben, die für langsame Kontraktionen und lang dauerndes Arbeiten stehen. Die ST-Fasern sind aufgrund des aeroben Stoffwechsels weniger ermüdbar. Der Anteil dieser Fasern im lateralen Pterygoideus ist mit bis zu 70 % angegeben.

**Verhalten der Kaumuskulatur** | Unter der Belastung durch die veränderte Okklusion verlagerte sich die Kaukraft auf die nicht gestörte Seite, was eine Anpassungsreaktion mit morphologischer Veränderung des Faserspektrums und Veränderung des

Stoffwechsels hervorrief. Dabei reagierten die verschiedenen Kieferschließmuskeln graduiert unterschiedlich, auch verschieden in einzelnen Stufen des Experiments. Dennoch lässt sich insgesamt folgendes Ergebnis festhalten: Das Spektrum der Fasern verschob sich zugunsten der ST-Fasern, der Faserquerschnitt der FT-Fasern auf der nicht gestörten Seite vergrößerte sich und die Kaukraft auf der nicht gestörten Seite war über die gesamte Versuchsdauer höher als auf der okklusionsgestörten Seite. Die stärksten Veränderungen der morphologischen Struktur fanden aber im M. pterygoideus lateralis statt. Der Anteil der ST-Fasern auf der gestörten Seite erhöhte sich signifikant und der Querschnitt beider Fasertypen auf ebendieser Seite vergrößerte sich. Mit Ende des Experiments verlagerte sich aber die Vergrößerung der Faserfläche auf die kontralaterale Seite, und dies am deutlichsten bei den ST-Fasern.

Die Enzymaktivität in den Kieferschließmuskeln veränderte sich relativ wenig, mit einem Aktivitätsrückgang des glykolytischen Stoffwechsels auf der gestörten Seite. Beim M. pterygoi-

deus lateralis zeigte sich dagegen, dass sich der glykolytische Stoffwechsel auf der nicht gestörten Seite den Veränderungen nicht anpasst. Noch krasser ist dies für den aeroben Stoffwechsel zu vermerken, der sich in diesem Muskel auf beiden Seiten nicht anpasst.

Diese fehlende Anpassung des Stoffwechsels könnte ein Grund für die besondere Schmerzhaftigkeit des M. pterygoideus lateralis sein. Dabei spielt es keine entscheidende Rolle, welcher Ursachentheorie für die Schmerzhaftigkeit von Muskeln man zuneigt, der Theorie der Anhäufung von Stoffwechselprodukten oder der Theorie der Miniläsionen. Auf alle Fälle führen angehäuften Stoffwechselprodukten zu einer weiteren Steigerung des Tonus.

Diese Erkenntnis und die oben erwähnten Befunde, dass der M. pterygoideus lateralis auf der nicht gestörten Seite auch nach Wiederherstellen einer gleichmäßigen Okklusion im Sinne einer Arbeitshypertrophie weiter reagiert, lässt den Schluss zu, dass der M. pterygoideus lateralis bei CMD am häufigsten betroffen und am

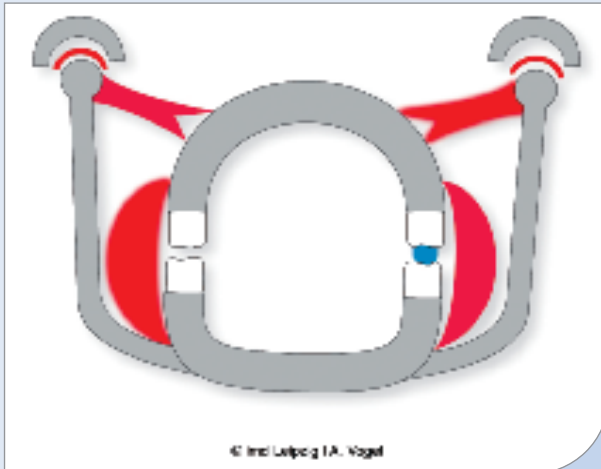


Abb. 4: Im Verlauf etlicher Wochen zeigen die Mm. masseter, temporalis und pterygoideus medialis eine Verschiebung des Faserspektrums auf der kontralateralen Seite. Der M. pterygoideus lateralis reagiert auf der gestörten Seite stärker.

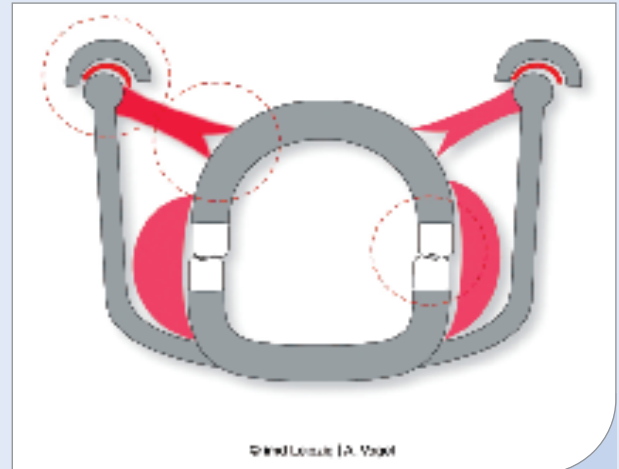


Abb. 5: Nach Eliminierung der Störung ist beim Pterygoideus lat. auf der kontralateralen Seite eine Arbeitshypertrophie festzustellen, zudem eine Beeinflussung der Kiefergelenke und eine Fehlstellung in der Okklusion.

schmerzhafte ist. In diesem Zusammenhang sollte noch ein kurzer Blick auf die Kiefergelenke geworfen werden. Durch die ungleiche Verteilung des Kaudrucks aufgrund der einseitigen okklusalen Störung reagieren die Strukturen sowohl der Kondylen, des Discus articularis wie auch der Auskleidung der Fossa articularis mit signifikanten morphologischen Veränderungen (bisher nicht veröffentlicht).

**Besondere Rolle der Kaumuskulatur** | Insgesamt bewirkte die gesetzte einseitige okklusale Alteration entscheidende morphologische Veränderungen in den Muskeln des orofazialen Systems. Am tiefsten gehen diese Veränderungen beim M. pterygoideus lateralis. Hier kann man sagen, der Muskel verändert sich gravierend, da er durch Ausweich- und Abrasionsbewegungen wie auch das Suchen nach neuer Interkuspitation – einer habituellen Interkuspitation – außerordentlich beansprucht wird.

Der menschliche Organismus ist mit Toleranzen, wenn auch von Individuum zu Individuum unterschiedlich, ausgestattet. So ist nicht zu erwarten,

dass solche tief greifenden Veränderungen in sehr kurzer Zeit entstehen (damit dürften die Ergebnisse sog. Untersuchungen, die lediglich über eine Dauer von z. B. zwei Wochen gehen, kaum als signifikant angesehen werden). Aber die systematisch aufgebauten und sorgfältig durchgeführten Tierversuche des Leipziger Teams zeigen eindeutig, dass schon geringe okklusale Störungen, wenn sie über längere Zeiträume bestehen, zu morphologischen und Stoffwechselveränderungen führen, die die Toleranzen unserer Organe übersteigen. Damit war die besondere Rolle der Kaumuskulatur und speziell die des M. pterygoideus lateralis im orofazialen System klar herausgestellt. Von diesem Zeitpunkt an hätten bei einem neuen Versuch der Definition der Zentrik (nach Vogel) zwei Aspekte berücksichtigt werden müssen:

1. umfassende Kenntnisse zur Physiologie und Morphologie aller beteiligten Strukturen in einer bestimmten Situation – Statik.
2. umfassende Kenntnisse zum physiologischen Verhalten beim Zusammenspiel aller beteiligten Strukturen in bestimmten Situationen – Funktion.

Unter dem Aspekt der Resultate dieser Forschungen müsste auch die Definition der neuromuskulären Dysfunktion neu bestimmt werden.

**Internationale Forschung** | Hier soll noch ein Blick auf einen wesentlichen Strang internationaler Forschung geworfen werden, der das Thema genau trifft. Ein Team an der Fakultät für Zahnmedizin der Universität Sydney, Australien, führt seit ca. zehn Jahren systematisch EMG-Untersuchungen an Patienten durch, um zu mehr Klarheit über das Verhalten des M. pterygoideus lateralis bei variierenden Aufgaben zu gelangen. Dabei wird der korrekte Sitz der Sonden im Muskel per CT überwacht. Über Jahre wurden der obere und der untere Kopf dieses Muskels differenziert betrachtet und in seiner Funktion in einem „klassischen Modell“ beschrieben. Diese Auffassung wird in der europäischen Wissenschaft genau so oder zumindest sehr ähnlich formuliert:

- Der untere Kopf des M. pterygoideus lateralis ist demnach beteiligt beim Öffnen des Mundes, bei Protrusion der Mandibula, bei ihren kontralateralen Bewegungen und bei der Feinsteuerung. Der obere

Kopf beteiligt sich teilweise an der Schließbewegung, ist an Protrusion und Retrusion, ipsi- und kontralateralen Bewegungen beteiligt.

Im Jahr 2006 kam das Team jedoch zu dem Schluss, dass dieser Muskel als ein einheitlicher Muskel wirkt, nämlich als ein System von Fasern mit variierenden Anteilen von Aktivität durch den gesamten Umfang des Muskels, und dass die Aktivierung entsprechend den biomechanischen Anforderungen der auszuführenden Aufgaben erfolgt. Das Leipziger Forschungsteam hatte dieses zu seiner Prämisse gemacht und kann sich so auch bestätigt sehen. Eine weitere Bestätigung kommt ebenfalls aus Sydney, nämlich die, dass der M. pterygoideus lateralis bei einer einseitigen Veränderung der Okklusion seine Aktivität signifikant erhöht. Und zum Schluss sieht man sich nach einer ganzen Reihe von Experimenten dazu veranlasst zu sagen, dass der M. pterygoi-

deus lateralis eine Rolle in der Ätiologie von CMD spielen könnte. Der Autor dieses Beitrages kommt zum Schluss, dass hier weitere intensive Forschung ansetzen sollte. Das Ergebnis der langjährigen Tierversuche an der Leipziger Universität hat wie oben genannt, hauptsächlich gezeigt, dass die Rolle der Kaumuskeln im orofazialen System neu zu definieren ist und dass der M. pterygoideus lateralis in besonderer Weise zu beachten ist. Einer Neubewertung der Rolle der Kaumuskulatur reden seit Jahren etliche Autoren – aus unterschiedlichen Ansätzen heraus – ebenfalls das Wort. Dies ist sehr zu begrüßen, da sich ja insgesamt eine solche Sichtweise bis zum heutigen Zeitpunkt keinesfalls durchgesetzt hat. Dennoch soll hier eine Einschränkung gemacht werden: Es wird uns nur vorwärts bringen, wenn unsere Arbeit am Patienten auf überprüfbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen beruht. Eine Missachtung eines solchen Herangehens oder gar eine Leugnung

kann letztendlich nur in die Sackgasse führen. Ein quasi „physiotherapeutischer“ Ansatz als Ausgangspunkt für die Festlegung einer physiologischen Okklusion ist zumindest in den Ergebnissen nicht nachweisbar. Damit kann nämlich nicht bestätigt werden, dass nicht doch eine sog. habituelle Position vorliegt. Für den Praktiker noch wichtiger: Die auf diese Weise gefundene Position ist nicht reproduzierbar und kann somit nicht für weitere Untersuchungen oder Arbeiten archiviert werden. Und letztlich kommt bei einem solchen Herangehen wieder der Erfahrung des Behandlers, also einem rein subjektiven Aspekt, eine enorme Bedeutung zu.

**Entwicklung einer objektiven Methode** | Da die Frage der Zentrik bei jeder Bissnahme die entscheidende Rolle spielt, kam der Autor Anfang der 90er Jahre zu dem Schluss, dass es nötig war, eine objektive Methode der Registrierung der Position des Unterkiefers in

[www.ids-cologne.de](http://www.ids-cologne.de)

### Weltweit die Nummer 1 für die Zahnmedizin

Wenn die IDS 2009 ihre Tore öffnet, sollten auch Sie dabei sein. Auf der weltweit größten Leitmesse der Dentalbranche lassen sich Zahnmediziner aus aller Welt die neuesten Entwicklungen von rund 1.750 Ausstellern aus über 50 Ländern präsentieren und demonstrieren:

- Praxisausrüstung und -ausstattung
- Instrumente und Werkstoffe
- Implantologie und CAD/CAM
- Prophylaxe und Zahnästhetik
- und vieles mehr

Fühlen auch Sie der Zukunft auf den Zahn, informieren Sie sich, was heute schon geht und morgen machbar wird.

Besuchen Sie die IDS 2009 – Sie gewinnen Vorsprung für Ihre Praxis.

Koelnmesse GmbH, Messeplatz 1, 50679 Köln  
Telefon +49 180 577-3577\*  
Telefax +49 221 821-99 1160  
[ids@visitor.koelnmesse.de](mailto:ids@visitor.koelnmesse.de), [www.ids-cologne.de](http://www.ids-cologne.de)  
\*0,14 €/Min aus dem dt. Festnetz, Mobilfunkpreise providerabhängig



**IDS<sup>®</sup>**  
**2009**

**Zeit sparen, Geld sparen!**  
jetzt online registrieren und Karten kaufen  
[www.ids-cologne.de](http://www.ids-cologne.de)

**33. Internationale Dental-Schau**  
**KÖLN, 24.–28.3.2009**  
**24. März: Fachhändlertag**



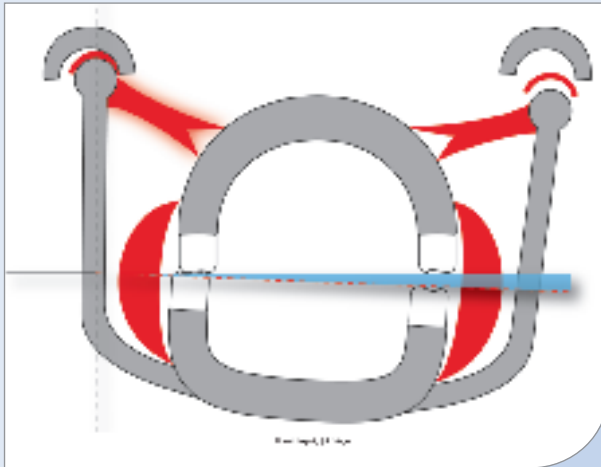


Abb. 6: Es zeigt sich eine deutliche Verschiebung der Ebenen. Diese Werte würden in den Artikulator eingegeben.



Abb. 7: Arbeitsschema des DIR®-Systems.

Bezug zum Oberkiefer zu entwickeln. Als Prinzip wurde die Registrierung mit dem Stützstift gewählt. Dazu wurden neben den eigenen Forschungsergebnissen und dem aus der Literatur ablesbaren Stand der internationalen Wissenschaft in besonderer Weise die verdienstvollen Arbeiten von Kleinrock zu diesem Thema genutzt. Nachdem Studien ergeben hatten, dass neben der Positionierung des Stützstiftes auch die aufgewendete Kaukraft Einfluss auf das Registrat hat, wurde eine computergestützte Methode der Registrierung der Position des Unterkiefers ausgearbeitet. Die neue Software basierte dabei auf den Ergebnissen der Tierexperimente. Mit der von Vogel inaugurierten Methode, die als DIR®-System auf dem Markt ist, bleibt es nicht mehr den individuellen manuellen Fähigkeiten des Behandlers vorbehalten, den „richtigen“ Biss zu finden. Dieser Biss kann jetzt objektiv gemessen, jederzeit reproduziert und archiviert werden.

Der lange Zeit – der Autor meint zu Unrecht – geradezu verpönte Stützstift erfährt nun auch von anderer Seite eine Rehabilitation. Wie in der ZMK 10/08 berichtet, basiert eine andere computergestützte Bestimmung der zentrischen Position des Unterkiefers

ebenfalls auf dem Stützstiftregistrat (die weiteren Ausführungen sollen hier nicht diskutiert werden).

Eine erste Fallstudie von Janke belegt, dass der oben genannte Anspruch vom DIR®-System eingelöst wird. „An sieben Patientinnen mit manifester craniozervicaler Dysfunktion und Myopathie sowie Okklusopathie im craniomandibulären System wurden kephalometrische Parameter zur Beurteilung der Lagebeziehungen im Occiput-Atlas-Axis-Komplex vor und drei Monate nach Eingliedern einer okklusal adjustierten Aufbisschiene erhoben. Es zeigte sich, dass alle Probanden vor der Behandlung eine abnorme Inklination des Dens axis zur Schädelbasis aufwiesen, welche nach Schienentherapie bei allen Untersuchten als normgerecht eingestuft werden konnte.“ Die Schienentherapie erfolgte anhand der Parameter, die durch die DIR®-Messung gefunden wurden.

**Fazit |** Mit dem genannten DIR®-System gewinnt der Behandler nicht nur Sicherheit in der Bestimmung der physiologischen Position des Unterkiefers und in der Partnerschaft mit seiner Zahntechnik, sondern es kann sich die Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen verändern. Dies zeigt das vorgenannte

Beispiel. Die Probanden waren aus dem Patientenstamm einer orthopädischen Praxis ausgewählt worden. Wichtig ist es, die entscheidende Rolle der Kau Muskulatur für die richtige Interkuspitation zu erkennen und anzuerkennen. Es eröffnet sich ein großes Feld interdisziplinärer Zusammenarbeit. Neben der Orthopädie sollen beispielhaft nur HNO und Physiotherapie genannt werden. Wie bereits erwähnt und von anderen Autoren mehrfach gefordert, ist auf diesem Gebiet – Verhalten der Kau Muskulatur, Okklusion, Kiefergelenke – weitere Forschungsarbeit einzufordern, wenn man den Ursachen solcher gravierender Probleme wie z. B. CMD (vor allem der erschreckend hohen Zahl von CMD bei Jugendlichen, wie es die „Study of Health in Pomerania“ der Universität Greifswald und die Untersuchungen von Hirsch und John<sup>2</sup> zu Tage förderten (Literatur) endlich auf die Spur kommen will.

*Literaturliste unter:  
www.spitta.de/ZMK-Literaturliste*

**Korrespondenzadresse:**

Institut für Medizin- und Dentaltechnologie GmbH  
Dr. med. habil. Andreas Vogel  
Chopinstraße 28, 04103 Leipzig  
Tel./Fax: 0341 211 00 33  
E-Mail: imdleipzig@arcor.de