

# Die Spee'sche Kurve – Kieferorthopädie und Realität

KN Fortsetzung von Seite 1

ausführt. Um das zu vollbringen, müssen die Kauflächen der Molaren entlang einer Kurve mit geringerer Konvexität als der Oberkieferzahnbogen und größerer Konkavität als der Unterkieferzahnbogen (Abb. 1) angeordnet sein. Nach von Spee reicht dieser Kreisbogen über den vordersten Teil des Unterkiefergelenkköpfchens, die Okklusionsflächen der Molaren und die Inzisalkante im Frontzahnbereich. Er konnte dies an gut erhaltenen Erwachsenenschädeln mit Zähnen mit normaler Abrasion zeigen. Durch Konstruktion und Messung mittels Kompass lokalisierte er den Mittelpunkt dieser Kurve in der horizontalen transorbitalen Ebene, genau hinter der Crista lacrimalis. Der Radius der runden Fläche, auf welcher sich die konkave Kurve beim erwachsenen Menschen bewegt, beträgt 65 bis 70 mm. Verschiedene Rassen wiesen ähnliche Maße auf. Wohingegen Kinder mit vollständigem Milchgebiss einen kürzeren Radius als Erwachsene aufwiesen; von Spee hat diesen mit 46 mm gemessen. Theoretisch müsste ein Erwachsener mit anormal starker Abrasion und Attrition einen kürzeren Radius aufweisen als ein Erwachsener mit einem vollständigem Gebiss mit 32 wenig abradieren Zähnen. Ebenso müsste ein Erwachsener, dessen vier Prämolaren gezogen worden sind, einen kürzeren Radius aufweisen als ein Erwachsener mit vollständigem Gebiss.

Nach von Spee war diese Kurve Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Alle Disziplinen der Zahnheilkunde interessierten sich dafür, wobei jeder versuchte, in seinem Bereich entweder eine anatomische oder physiologische Erklärung zu finden oder deren pathologische Wirkung auf den Kauapparat zu bestimmen.<sup>5</sup>

Hitchcock<sup>4</sup> versuchte, das Konzept von von Spee anzuwenden, indem er die Kurve am Schädel von 39 Shell-Mound-Indianern vermessen hat, die eine ausgeprägte Abrasion des Gebisses aufwiesen. Er nahm sich vier Bezugspunkte: den vorderen Rand des Gelenkköpfchens, einen distalen Interokklusalpunkt zwischen den Weißheitszähnen des Unter- und Oberkiefers, einen mesialen Interokklusalpunkt zwischen den 6-Jahr-Molaren des Unter- und Oberkiefers sowie die Inzisalkante der UK-Schneidezähne. Jedoch war er nicht in der Lage, die Definition von von Spee anzuwenden; die Messungen an seinen Probanden unterteilen sich in vier Gruppen, wobei in jeder von ihnen die Kurve lediglich mit drei der vier Punkte in Berührung kam.

## Gruppe I

Die Kurve kommt mit den beiden molaren Punkten sowie dem Kiefergelenkköpfchen, jedoch nicht mit dem Inzisalpunkt in Berührung. Von den vier Gruppen ist es diejenige, die von Spee am nächsten ist (Abb. 2).

## Gruppe II

Die Kurve kommt mit dem distalen molaren Punkt, Kie-

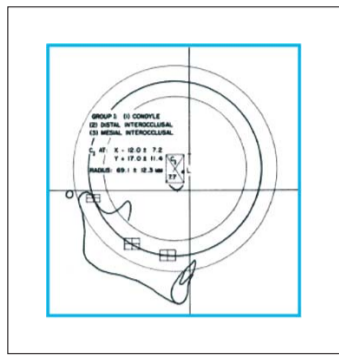


Abb. 2: Gruppe I nach Hitchcock.

fergelenkköpfchen und Inzisalpunkt in Berührung, aber nicht mit dem mesialen molaren Punkt (Abb. 3).

## Gruppe III

Die Kurve kommt mit dem mesialen molaren Punkt, Kiefergelenkköpfchen und Inzisalpunkt, jedoch nicht mit dem molaren distalen Punkt (Abb. 4) in Berührung. Da die Weißheitszähne nicht in diese Gruppe eingeschlossen sind und da man in der Kieferorthopädie besonders Kinder und junge Erwachsene diskutiert, ist die Kurve, die diese drei Punkte berührt, die zuverlässigste. Sie wird verwendet, um zu erklären, ob eine übermäßige Supraokklusion auf eine Supraeruption der OK-Schneidezähne oder beider gleichzeitig, oder ob sie auf eine Infra-

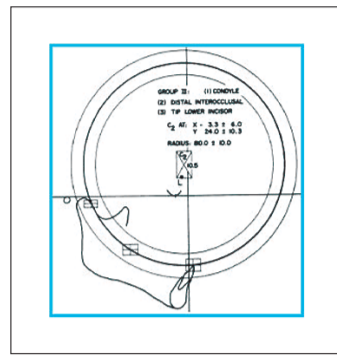


Abb. 3: Gruppe II nach Hitchcock.

eruption der Molaren zurückzuführen ist. Es wird ebenfalls versucht, festzustellen, ob ein offener Biss auf eine Infraeruption der OK-Schneidezähne, UK-Schneidezähne oder beider gleichzeitig, oder ob sie auf eine Supraeruption der Molaren zurückzuführen ist.

## Gruppe IV

Die Kurve kommt mit den drei Punkten, die die meisten Zahnchirurgen bei ihren Definitionen der Spee'schen Kurve berücksichtigen, in Berührung: mit dem molaren distalen Punkt, molaren mesialen Punkt und dem Inzisalpunkt, aber nicht mit dem Kiefergelenkköpfchen (Abb. 5). Die Ironie will, dass es gerade diese Gruppe ist, die die geringste Übereinstimmung mit der Definition von von Spee aufweist.<sup>6</sup>

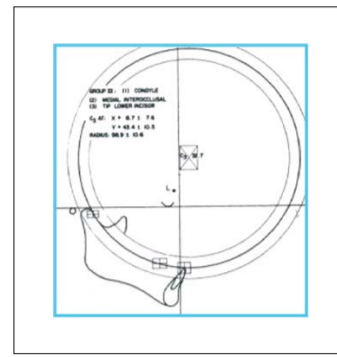


Abb. 4: Gruppe III nach Hitchcock.

## Physiologische Erklärung<sup>3</sup>

Orthlieb liefert in seinem Artikel „La courbe de Spee: un impératif physiologique et prothétique“<sup>3</sup> physiologische und funktionale Erklärungen zur Notwendigkeit einer Kurve zwischen den Zahnbögen. Er bezieht sich dabei auf eine Veröffentlichung von Page im Jahre 1952, die ihm zufolge scheinbar unbeachtet blieb. Page macht darin zwei grundsätzliche Bemerkungen:

## Richtung der Drücke: funktionelle Achse (Abb. 6)

Am Ende des Schließvorgangs vollführt der Unterkiefer eine Drehung um die Bikonkondylarachse. Beim Kontakt mit dem entgegengesetzten Zahnbogen werden die aus dem Zusammenbiss resultierenden Drücke entsprechend

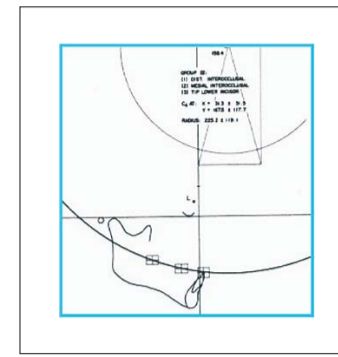


Abb. 5: Gruppe IV nach Hitchcock.

der Tangente am Schließkreis auf Höhe des okklusalen Kontaktpunkts geleitet. Diese Tangente bildet die „funktionelle Achse“, nach der sich die große Widerstandsachse des entsprechenden Zahns richtet. Wenn sich der Druckpunkt in B befände, hätte die Tangente am Schließkreis auf Höhe des Druckpunktes B natürlich eine ganz andere Ausrichtung. Der entsprechende Zahn würde sich dann nach dieser neuen funktionellen Achse ausrichten.

## Rotationsachse, Okklusionsebene und funktionelle Achse

Durch den Vergleich des Unterkiefers mit einer Schere macht Page deutlich, dass die Rotationsachse sich nicht in der Schnittebene befindet. Das heißt, dass die Bikonkondylar-(Scharnier-)Achse sich nicht in der Okklusionsebene

befindet. Er bemerkt also, dass die Tangenten an den Schließkreisen auf Höhe der verschiedenen Druckpunkte nicht parallel sind. Erklären wir dieses Phänomen anhand zweier Beispiele:

- Der Ramus ist sehr kurz, die Okklusionsebene bewegt sich auf die Kiefergelenke zu, die Tangenten am Schließkreis auf Höhe der verschiedenen Punkte der Okklusionsebene sind parallel (Abb. 7). Die Zähne, die sich in die Richtung dieser funktionellen Achsen drehen, sind also zueinander parallel, und daher ist die Okklusionsebene flach, wie bei Kindern.
- Mit einem längeren Ramus (mit dem Wachstum) bewegt sich die Okklusionsebene von den Kiefergelenken weg und die funktionellen Achsen (Tangenten am Schließkreis auf Höhe der okklusalen Druckpunkte) sind nicht mehr parallel (Abb. 8). Die Zähne weisen also unterschiedliche mesiodistale Neigungen auf. Auf diese unterschiedlichen Neigungen reagiert die sagittale Krümmung der Okklusionsebene.

## Geometrische Erklärung<sup>7</sup>

Wacyl Mesnay schlägt eine biomechanische oder geometrische Erklärung der Spee'schen Kurve bezüglich der seitlichen Bewegung und des Öffnens/Schließens vor. Die Darstellung des untersuchten Systems ist eine Vereinfachung, also zwangsläufig eine Reduzierung und Vereinfachung der beobachteten Realität.<sup>7</sup>

## Seitliche Bewegung

Betrachten wir zwei Unterkiefer (für zwei verschiedene Arten), die in der Frontalebene beobachtet werden (Abb. 9). Der Körper wird auf eine gleiche schematische Dimension gebracht. Beim Unterkiefer A sind die Kiefergelenkköpfchen im Verhältnis zur Okklusionsebene nicht sehr hoch, wohingegen der Unterkiefer B eine größere Höhe der Kiefergelenkköpfchen aufweist. Bei einem gleichen Rotationsgrad des arbeitenden Kiefergelenkköpfchens ist die Verschiebung der Okklusionsebene beim Unterkiefer B größer. Je höher das Kiefergelenkköpfchen also liegt, umso einfacher ist die seitliche Bewegung. Das ist der Fall beim Menschen im Vergleich zu anderen Lebewesen.

## Öffnen/Schließen

Betrachten wir nun das System in der Sagittalebene. Das Kiefergelenkköpfchen kann mehr oder weniger hoch, aber auch mehr oder weniger weit vorgeückt im Verhältnis zur Okklusionsebene liegen. Wir fixieren eine konstante Öffnung für alle folgenden Situationen:

- Sehr weit nach hinten gerücktes Kiefergelenkköpfchen, in diesem Fall ist die vordere und hintere bukkale Öffnung sehr wichtig (Abb. 10).
- Vorgerücktes Kiefergelenkköpfchen, aber immer noch in der Verlängerung des Gebisses, die Öffnung ist nun verkleinert (Abb. 11).

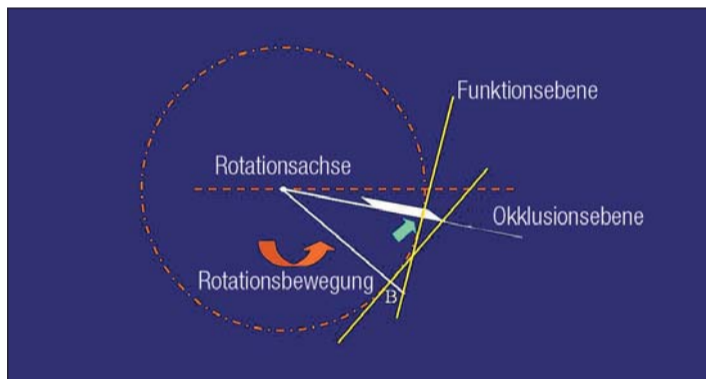


Abb. 6: Richtung der Drücke: funktionelle Achse.

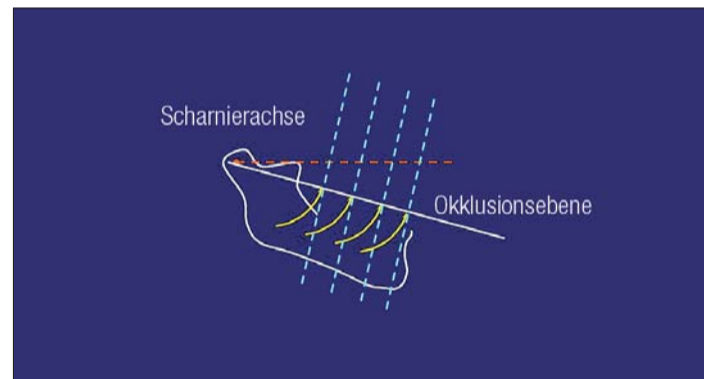


Abb. 7: Rotationsachse, Okklusionsebene und funktionelle Achse: Ramus kurz.

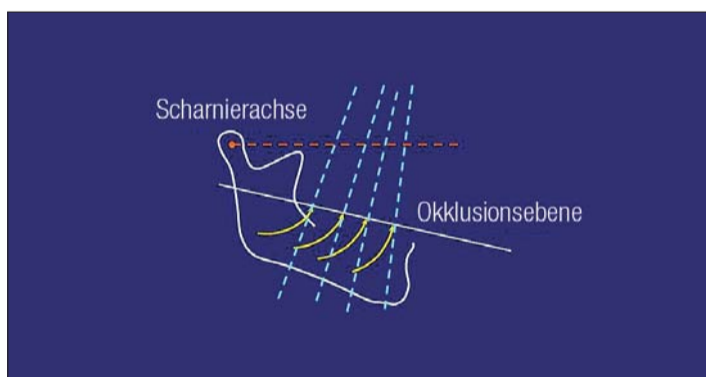


Abb. 8: Rotationsachse, Okklusionsebene und funktionelle Achse: Ramus lang.

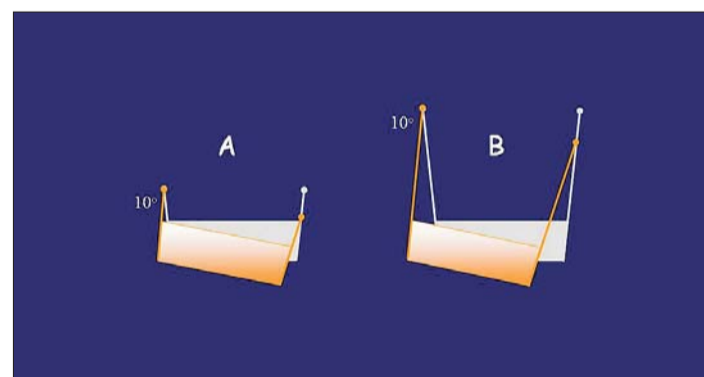


Abb. 9: Geometrische Erklärung, Vorderansicht.

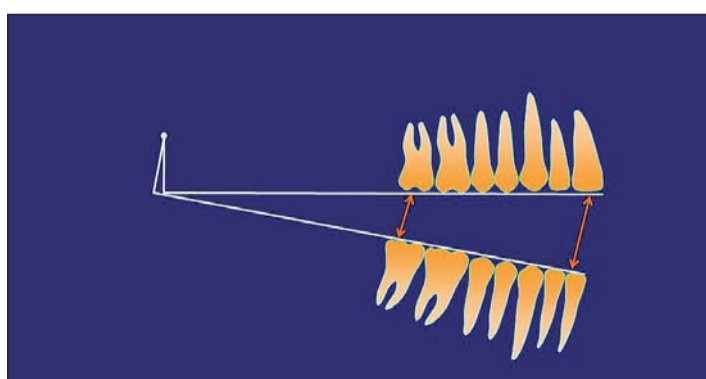


Abb. 10: Geometrische Erklärung, zurückgezogenes Kiefergelenkköpfchen.

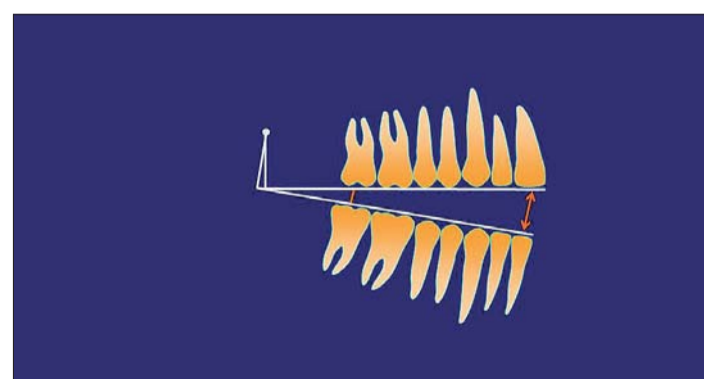


Abb. 11: Geometrische Erklärung, vorgeschobenes Kiefergelenkköpfchen.

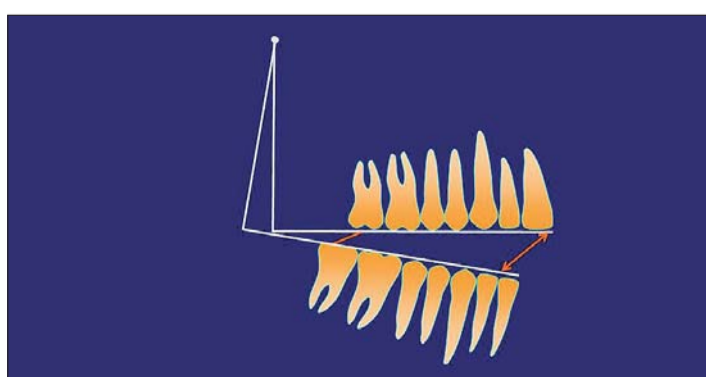


Abb. 12: Geometrische Erklärung, erhöhtes Kiefergelenkköpfchen.

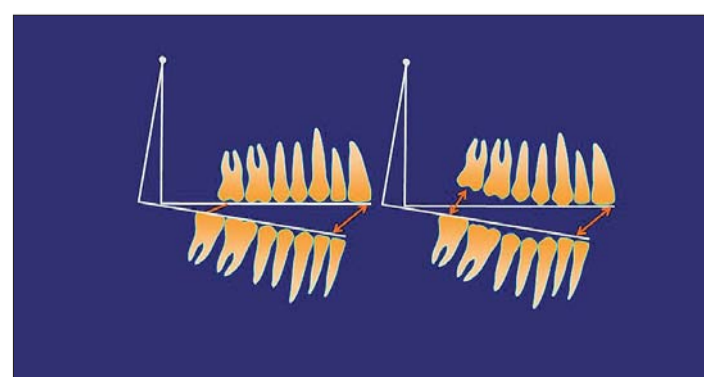


Abb. 13: Geometrische Erklärung: Verbesserung der hinteren Öffnung bei Vorliegen der Spee'schen Kurve.

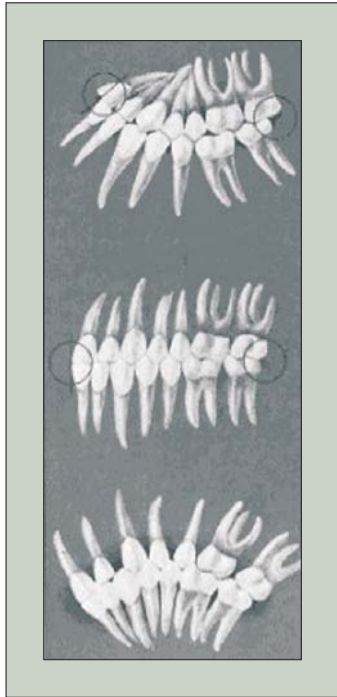


Abb. 14: Der sechste Schlüssel nach Andrews.

c) Kiefergelenkköpfchen in erhöhter Position im Vergleich zur vorherigen Lage, immer noch bei einem gleichen Rotationsgrad erfolgt die Verschiebung des Unterkiefers jetzt weit nach hinten, wobei eine kleine Öffnung beibehalten wird (Abb. 12). Das Kauen wird dann schwierig, wenn nicht gar unmöglich. Es gibt wenig hinteren Raum, und die Verschiebung von vorn nach hinten führt zu starken parodontalen Einschränkungen.

Ist die Höhe des Kiefergelenkköpfchens beim Menschen also günstig für ein gute seitliche Bewegung, trifft dies nicht in der sagittalen Richtung zu, wo eine erhöhte Scharnierachse einer befriedigenden Unterkieferbewegung entgegen steht. Angesichts eines solchen Paradoxons wird die Natur mit einer Anpassung der Zahnstrukturen antworten, und die Antwort ist die Spee'sche Kurve. Wenn wir nämlich zwei Unterkiefer in sagittaler Richtung (Abb. 13) betrachten, wobei der eine eine Okklusionsebene und der andere eine Okklusionskurve umfasst, stellen wir fest, dass die hintere Öffnung in dem Fall deutlich verbessert ist, wo diese Okklusion eine Spee'sche Kurve aufweist.

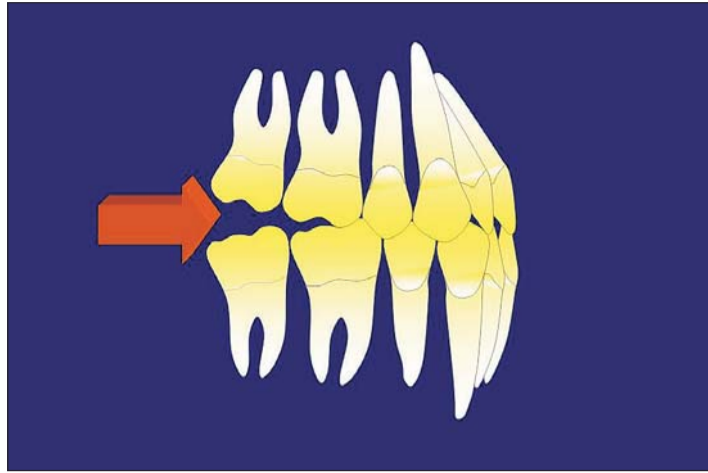


Abb. 15: Die Okklusion nach Tweed.

Nach der Studie von Mesnay kann man sagen, dass die Spee'sche Kurve ein Anpassungsfaktor ist.

### Der kieferorthopädische Standpunkt

Für Andrews in seinem berühmten Artikel „the six keys to normal occlusion“ ist der sechste Schlüssel die Okklusionsebene. Er nennt sie Kompensationsebene und ihm zufolge soll sie nicht vorhanden oder nur sehr schwach sein.<sup>8</sup> Eine tiefe Spee'sche Kurve führt nämlich zu einem Mangel an oberem Platz, wodurch eine progressive mesiale und distale Verschiebung der oberen Zähne entsteht. Eine flache Okklusionsebene entspricht besser einer normalen Okklusion. Und eine umgekehrte Spee'sche Kurve führt zu einem Übermaß an oberem Platz (Abb. 14). Um also eine gute Interkuspitation zwischen den Oberkiefer- und Unterkieferzähnen zu erreichen, muss es keine Spee'sche Kurve geben. Für Maurand und Bertrand ist die Nivellierung eine okklusale Notwendigkeit, da man weiß, dass einer ausgeprägten Kompensationskurve eine Gruppenfunktion entspricht, die öfter okklusale Interferenzen erzeugt, als die Funktion des Eckzahnsschutzes, die sich bei Nivellierung des Oberkieferzahnboogens entwickelt.<sup>9</sup> Aber diese Auffassung von der Überlegenheit der Eckzahnfunktion ist sehr umstritten. Diese beiden Erklärungen

stehen sehr im Widerspruch zum anatomischen, physiologischen und geometrischen Aspekt der Spee'schen Kurve. Was ist am wichtigsten? Die Funktion des gesamten Kau-systems oder die maximale Interkuspitation? Ohne systematisch zu sein, die Mehrzahl der Autoren, die eine Multibandtherapie mit durchgehenden Bögen verwendet, einigt sich darauf, diese Kurve zu nivellieren, und das trotz ihrer teilweisen Herstellung nach der Behandlung.<sup>10,11</sup> Für Garcia konnte kein Autor eine klare physiologische oder anatomische Bedeutung der Spee'schen Kurve angeben. Dies gilt auch für die Bedeutung und die Notwendigkeit der Nivellierung.<sup>12</sup> Die Nivellierung der Spee'schen Kurve betrifft die technischen Notwendigkeiten der kieferorthopädischen Therapie:

- a) Die Nivellierung entspricht der ersten Phase der Vorbereitung der Verankerung, da sie die Zähne der seitlichen Bereiche zueinander parallel stellt.
- b) Zur Verschiebung der Zähne des Unterkieferzahnboogens (bei Zahnextraktion) und Vermeidung einer koronalen Mesialwanderung der hinteren Zähne und koronalen distalen Version der vorderen Zähne.
- c) Wenn man intermaxilläre Gummizüge der Klasse II verwenden muss.

### Die Okklusion nach Tweed: funktionelle Realität<sup>14-16</sup>

Bisher haben wir gesehen, dass die Spee'sche Kurve eine anatomische, physiologische und geometrische Notwendigkeit ist. Ihre Nivellierung ist eine mechanische Notwendigkeit, die mit der kieferorthopädischen Therapie verbunden ist. Das Paradoxon besteht immer noch! Muss man die Mechanik an die Physiologie und die Anatomie anpassen oder die Physiologie und die Anatomie an die Mechanik? Nur die Okklusion nach Tweed kann diese Frage beantworten. Tweed empfiehlt, die Kurve des Unterkiefers anders zu behandeln als die des Oberkiefers. Er empfiehlt nämlich eine untere Nivellierung und eine obere Spee'sche Kurve, sodass man eine hintere Disokklusion erhält (Abb. 15). Die Nivellierung des Unterkiefers entspricht allen bereits genannten mechanischen Notwendigkeiten, ebenso wie sie den okklusalen Erfordernissen, wie zum Beispiel einer Eckzahnfunktion und einer maximalen Interkuspitation, entspricht. Die hintere Disokklusion entspricht den physiologischen Erfordernissen der Spee'schen

Kurve, ebenso wie sie den mechanischen Erfordernissen bei der Rückbewegung des Oberkieferzahnboogens entspricht. Die mittlere Zone ist der Schlüssel zur Okklusion nach Tweed. Seitlich gesehen, liegt die Spitze der vestibulären Ecke des oberen Prämolaren gegenüber dem unteren interproximalen Kontakt zwischen Prämolaren und Molaren.

### Diskussion

Die Mehrzahl der Studien bezüglich des anatomischen Aspekts der Spee'schen Kurve wurden an steinzeitlichen Schädeln mit einer normalen Attrition und einem vollständigen Gebiss ohne Disharmonie und ohne Skelettverschiebung durchgeführt. Aber heute spricht man von einem modernen Gebiss, ohne normale Attrition. Man spricht von Skelettverschiebung und Fehllokklusion etc. Kurz gesagt, man spricht von einer neuen Anpassung. Wir denken, dass die Spee'sche Kurve ein physiologischer Aspekt ist, aber auch Spiegelbild eines neuromuskulären und okklusalen Ungleichgewichts, das sich in einer Verschlechterung der bereits durch die anatomische und physiologische Notwendigkeit hergestellten Kurve äußert. Aber welchen Anteil hat jeder Aspekt? Niemand weiß es, niemand kann es quantifizieren. Der Idealfall wäre, die auf das Ungleichgewicht zurück-

zuführende Kurve zu korrigieren (die Kompensationen) und die Krümmung zu belassen, die für die richtige Funktionsweise notwendig ist. Aber wie geht das? Noch einmal wird uns die Okklusion nach Tweed eine Antwort geben: Es ist die letzte Phase der Behandlung oder die „Wiederherstellung des Gebisses“ (the denture recovery). Die Okklusion am Ende der aktiven Behandlung besteht nur vorübergehend, und es ist das Rezidiv, das eine individuelle, funktionelle und harmonische okklusale Neuorganisation gewährleistet. Die Spee'sche Kurve, die sich wieder bildet, entspricht den physiologischen Bedürfnissen jedes Patienten. Als ob man auf Null zurückstellt und die Natur wirken lässt.

### Schlussfolgerung

Dieser Beitrag hat das Dilemma zwischen der Kieferorthopädie und den anderen Disziplinen bezüglich der Spee'schen Kurve angesprochen. In der Kieferorthopädie glaubt man, dass ihre Nivellierung eine mechanische Notwendigkeit für den richtigen Verlauf der Therapie darstellt. Jedoch ist auch klar, dass deren Einhaltung eine anatomische und physiologische Notwendigkeit ist. Man ist der Ansicht, mit der Okklusion nach Tweed eine Antwort auf dieses Dilemma geliefert zu haben. **KN**

### KN Kurzvita



Elie William Amm, DCD, DES

- 1993–1998 Studium der Zahnheilkunde an der Saint Joseph University Beirut/Libanon, DCD (Docteur en chirurgie dentaire)
- 1998–2001 dort Weiterbildung zum FZA für KFO, DES (Diplôme d'Etudes Supérieures) en Orthodontie
- 9/2003–7/2007 Instructor, Dept. of Orthodontics an der School of Dental Medicine gleicher Universität
- seit 2007 dort Clin. Assist. Professor
- Mitglied diverser Fachgesellschaften, u.a. Lebanese Orthodontic Society, Société Française d'Orthopédie Dento-Faciale, World Federation of Orthodontics (WFO), American Association of Orthodontics (AAO)
- Fellow und Instructor der Tweed Foundation for Orthodontic Research

### KN Adresse

Dr. Elie Amm  
Maria Center, 1st floor  
ND Des Secours Hospital Road  
Jbeil, 4503-3003, Lebanon  
E-Mail: elieamm@hotmail.com

ANZEIGE

## Kurstermine 2010 – Melden Sie sich jetzt an!

**GOZ „Abc“**  
Die neue Seminarreihe des „Abc“ der GOZ für KFO bietet Ihnen eine umfassende Möglichkeit, Ihre Abrechnungskennnisse aufzufrischen oder neu zu erlernen. Alltägliche Situationen der Privatabrechnung, neue Abrechnungstipps etc. werden von „Auftragszettel für Privatpatienten Labor“ bis „Zahngesundheitsprogramm“ an umfangreichen Fallbeispielen und Musterschreiben dargestellt.

**AVL – Das Profi-Paket**  
Sie haben Ihr außervertragliches Leistungspaket vor ca. 5 Jahren entworfen und es bis heute nicht mehr überarbeitet? Dann wird es Zeit für eine Auffrischung. Aber nicht nur die Kalkulation muss stimmen, auch der richtige Verkauf. Frau Herrmann und Herr Klein bieten Ihnen hierzu mit diesem Kurs ein einzigartiges Kombinationsprogramm.

**Mini-Implantate in der KFO**  
Modul I: Einführung mit Vorstellung der wichtigsten Mini-Implantat-Systeme, Planung anhand des BENEFIT-Systems von Mondeal. Modul II: Klinische Nutzung mit verschiedenen Mechaniken, Darstellung von Fehlerquellen und interaktive Fallanalyse.

Kurs	Termin	Ort	Referent
Mini-Implantate in der KFO Modul I und II	26./27.02.10	Zürich	Dr. Benedict Wilmes
AVL Profi-Paket	06.03.2010	München	Heike Herrmann und Hans-Dieter Klein
Mini-Implantate in der KFO Modul I und II	12./13.03.10	München	Dr. Benedict Wilmes
GOZ „Abc“	20.03.2010	Hamburg	Heike Herrmann
Mini-Implantate in der KFO Modul I und II	26./27.03.10	Dresden	Dr. Benedict Wilmes
GOZ „Abc“	16.04.2010	Frankfurt	Heike Herrmann
GOZ „Abc“	08.05.2010	Berlin	Heike Herrmann
GOZ „Abc“	28.05.2010	Köln	Heike Herrmann
AVL Profi-Paket	12.06.2010	Frankfurt	Heike Herrmann und Hans-Dieter Klein
GOZ „Abc“	17.09.2010	Frankfurt	Heike Herrmann
GOZ „Abc“	25.09.2010	München	Heike Herrmann
AVL Profi-Paket	06.11.2010	Berlin	Heike Herrmann und Hans-Dieter Klein

**Anmeldung: Frau Martina Frey**  
Tel.: +49 (0) 72 31.97 81-19 // Fax: +49 (0) 72 31.97 81-15 // E-Mail: kurse@dentalline.de

dentalline GmbH & Co. KG • Karlsruher Straße 91 • 75179 Pforzheim

### KN Literatur

- [1] Baldrige DW. Leveling the curve of Spee: its effect on mandibular arch length. J Pract Orthodont 1969; 3: 26–41.
- [2] Dale JG. Analyse de la courbure d'occlusion. Orthod Fr 1991; 61: 771–80.
- [3] Orthlieb JD. La courbe de spee: un impératif physiologique et prothétique. Cah Prothèse 1983; 44: 89–116.
- [4] Hitchcock HP. The curve of spee in stone age man. Am J Orthod Dentofac Orthop 1983; Sep: 248–253.
- [5] Garcia R. Nivellement de la courbe de Spee et réalités cliniques. Journal de l'Edgewise 1991; 23: 7–29.
- [6] Germane N, Staggers JA, Robenstein L, Revene JT. Arch length considerations due to the curve of Spee: a mathematical model. Am J Orthod Dentofac Orthop 1992; 102: 251–5.
- [7] Mesnay W. Courbe de Spee phylogénèse biomécanique. Journal de l'Edgewise 1991; 23: 31–43.
- [8] Andrews LF. The six keys to normal occlusion. Am J Orthod Dentofac Orthop 1972; Sep: 296–306.
- [9] Mauran G, Bertrand A. Le plan d'occlusion et la thérapeutique. Orthod Fr 1988; 59: 135–71.
- [10] Garcia R. Biomécanique de l'arc continu. Orthod Fr 1990; 61: 59–93.
- [11] De Praeter J, Dermaut L, Martens G, Kuijpers-Jagtman AM. Long-term stability of the leveling of the curve of Spee. Am J Orthod Dentofac Orthop 2002 Mar; 121(3): 266–72.
- [12] Garcia R. Nivellement de la courbe de Spee: indice de prévision. Orthod Fr 1985; 56(2): 503–16.
- [13] Decosse MH. Le cadre thérapeutique. Orthod Fr 1990; 61: 19–57.
- [14] Decker A. L'occlusion décrite par Tweed. Le Journal de l'Edgewise 1984; 9: 137–154.
- [15] Decker A. Occlusion de Tweed et fonction occlusale. Le Journal de l'Edgewise 1985; 12: 163–187.
- [16] Dake ML, Sinclair PM. A comparison of the Ricketts and Tweed-type arch leveling techniques. Am J Orthod Dentofac Orthop 1989; Jan: 72–78.