



Abb. 1: Extraorale Aufnahmen vor Behandlungsbeginn.

Digitale Synergie – Schritt für Schritt

Ein Beitrag von Dr. Ioan Barbur, Dr. Florin Cofar, Dr. Adina M. Barbur, Dr. Alexandra I. Irimie, Dr. Adrian Roman, Dr. Ion Nicolescu und Dr. Johan P. Reyneke.

Ziel des vorliegenden Artikels ist die Vorstellung eines klinischen Klasse II/2-Falls mit gesichtsästhetischer Beeinträchtigung, der durch Kooperation von Kieferorthopädie und orthognather Chirurgie behandelt wurde. Die Behandlungsplanung erfolgte hierbei – sowohl für die prächirurgische kieferorthopädische Therapie als auch für die orthognathe mandibuläre Vorverlagerungschirurgie – komplett digital, was zu vorhersehbaren, ästhetisch und funktional ansprechenden Ergebnissen führte.

Einführung

Heutzutage zeigen Patienten ein zunehmendes Interesse an ihrem äußeren Erscheinungsbild, weshalb die meisten erwachsenen KFO-Patienten an einer Behandlung interessiert sind, die auch ihre Gesichtsästhetik verbessert.¹ Studien haben gezeigt, dass das äußere Erscheinungsbild hinsichtlich verschiedenster Lebensaspekte eine wichtige Rolle spielt. So sind attraktive Menschen erfolgreicher und weisen ein höheres

Selbstbewusstsein auf als weniger attraktive Menschen.²

Bei erwachsenen Klasse II/2-Patienten stellt die kombinierte kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie einen häufig eingesetzten therapeutischen Ansatz dar, welcher sowohl die Korrektur der okklusalen und skelettalen Verhältnisse als auch die Verbesserung der Gesichtsästhetik erlaubt. Jedoch können Patienten durch das Ausmaß solcher komplexer Behandlungen regelrecht überwältigt sein, was letztlich zur Ablehnung des



Abb. 2: Intraorale Aufnahmen vor Behandlungsbeginn.

Patient: Madalina Duma, ID: 3421, Female, Age: 18y 0m (DOB: 11/05/1997)
27/05/2015 Initial Analysis: Roth-Sarabak Norm: N/A

| | Value | Norm | Ref |
|--------------------------------------|-------|------|-------|
| Skull | | | |
| Condylar Head Angle (CL-Art) (°) | 125.9 | 8.0 | 118.0 |
| Inclination Angle (°) | 125.2 | 8.0 | 118.0 |
| Skull/Down Angle (Sk-Down) (°) | 123.9 | 10.4 | 113.5 |
| Skull/Up Angle (Sk-Up) (°) | 85.2 | 10.0 | 75.2 |
| Skull/Condylar Head Angle (°) | 88.8 | 8.0 | 80.8 |
| Skull/Art Angle (Sk-Art) (°) | 88.8 | 8.0 | 80.8 |
| Inclination/Condylar Head Angle (°) | 121.7 | 10.0 | 110.0 |
| Proclination/Condylar Head Angle (°) | 82.1 | 10.0 | 72.1 |
| Skull/Condylar Head Angle (°) | 121.7 | 10.0 | 110.0 |
| Inclination/Condylar Head Angle (°) | 82.1 | 10.0 | 72.1 |
| Proclination/Condylar Head Angle (°) | 82.1 | 10.0 | 72.1 |
| Skull/Art Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |
| Skull/Up Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |
| Skull/Down Angle (°) | 123.9 | 10.4 | 113.5 |
| Inclination/Down Angle (°) | 123.9 | 10.4 | 113.5 |
| Inclination/Up Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |
| Proclination/Up Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |
| Skull/Condylar Head Angle (°) | 88.8 | 8.0 | 80.8 |
| Inclination/Condylar Head Angle (°) | 121.7 | 10.0 | 110.0 |
| Proclination/Condylar Head Angle (°) | 82.1 | 10.0 | 72.1 |
| Skull/Art Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |
| Skull/Up Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |
| Skull/Down Angle (°) | 123.9 | 10.4 | 113.5 |
| Inclination/Down Angle (°) | 123.9 | 10.4 | 113.5 |
| Inclination/Up Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |
| Proclination/Up Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |
| Skull/Condylar Head Angle (°) | 88.8 | 8.0 | 80.8 |
| Inclination/Condylar Head Angle (°) | 121.7 | 10.0 | 110.0 |
| Proclination/Condylar Head Angle (°) | 82.1 | 10.0 | 72.1 |
| Skull/Art Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |
| Skull/Up Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |
| Skull/Down Angle (°) | 123.9 | 10.4 | 113.5 |
| Inclination/Down Angle (°) | 123.9 | 10.4 | 113.5 |
| Inclination/Up Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |
| Proclination/Up Angle (°) | 85.2 | 8.0 | 77.2 |

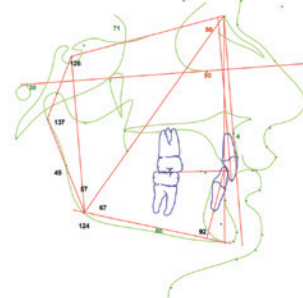


Abb. 3: Cephalometrische Analyse vor Behandlungsbeginn.

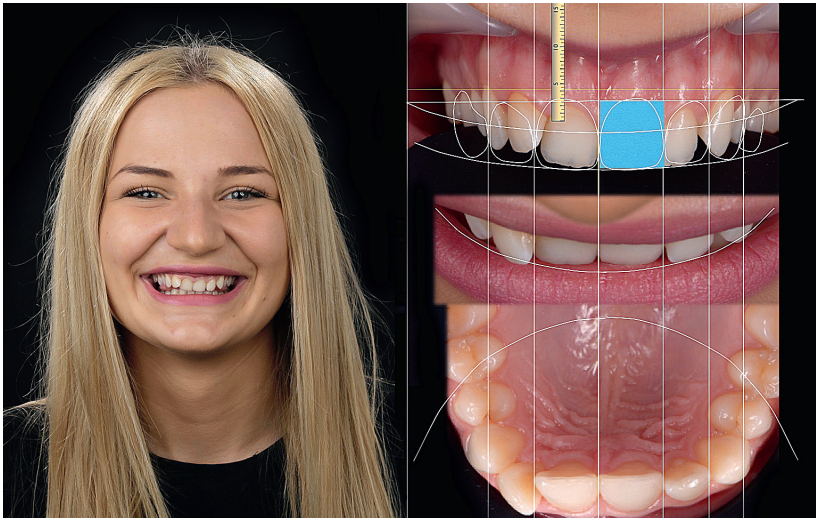


Abb. 4: Virtuelle Planung – digitales Smile Design.

ihnen vorgeschlagenen Behandlungsplans führt. Angesichts dieser Fakten steht es außer Frage, dass eine zu veranschaulichenden Ergebnissen führende Therapieplanung sowie eine effektive Patientenkommunikation von grundlegender Bedeutung für Behandlungsergebnis und Patientenakzeptanz sind.

All diese Ziele können durch Einsatz digitaler Hilfsmittel erreicht werden. Die Einführung der digitalen dreidimensionalen Bildgebung in die Kieferorthopädie und orthognathe Chirurgie, wie z. B. die damit verbundene Generierung von DVT-Daten, das intraorale Scannen bzw. Scannen von Mo-

dellen, die Software zur 3D-Analyse und -Therapieplanung oder der dreidimensionale Druck, verbessern die Vorhersagbarkeit von Behandlungsergebnissen.³ Werden zu diesen Daten dann noch Fotos sowie Videoprotokolle ergänzt, kann ein „digitaler Patientenklon“ erstellt werden, wodurch letztlich nicht nur Stuhlzeiten für den Patienten effizient reduziert werden können. Vielmehr ist es möglich, dass alle Beteiligten des interdisziplinären Behandlungsteams auf diesen Patientenklon bzw. dessen digitale Daten entsprechend zugreifen können.⁴

Fallbeispiel

Diagnose und Ätiologie

Eine 18-jährige Patientin stellte sich bezüglich einer kieferorthopädischen Behandlung vor. Das Hauptanliegen war dabei die Verbesserung ihres unästhetischen Lächelns. Die initiale extraorale faciale Untersuchung offenbarte eine skelettale Klasse II mit mandibulärer Unterentwicklung, eine reduzierte Höhe des unteren Gesichtsdrittels

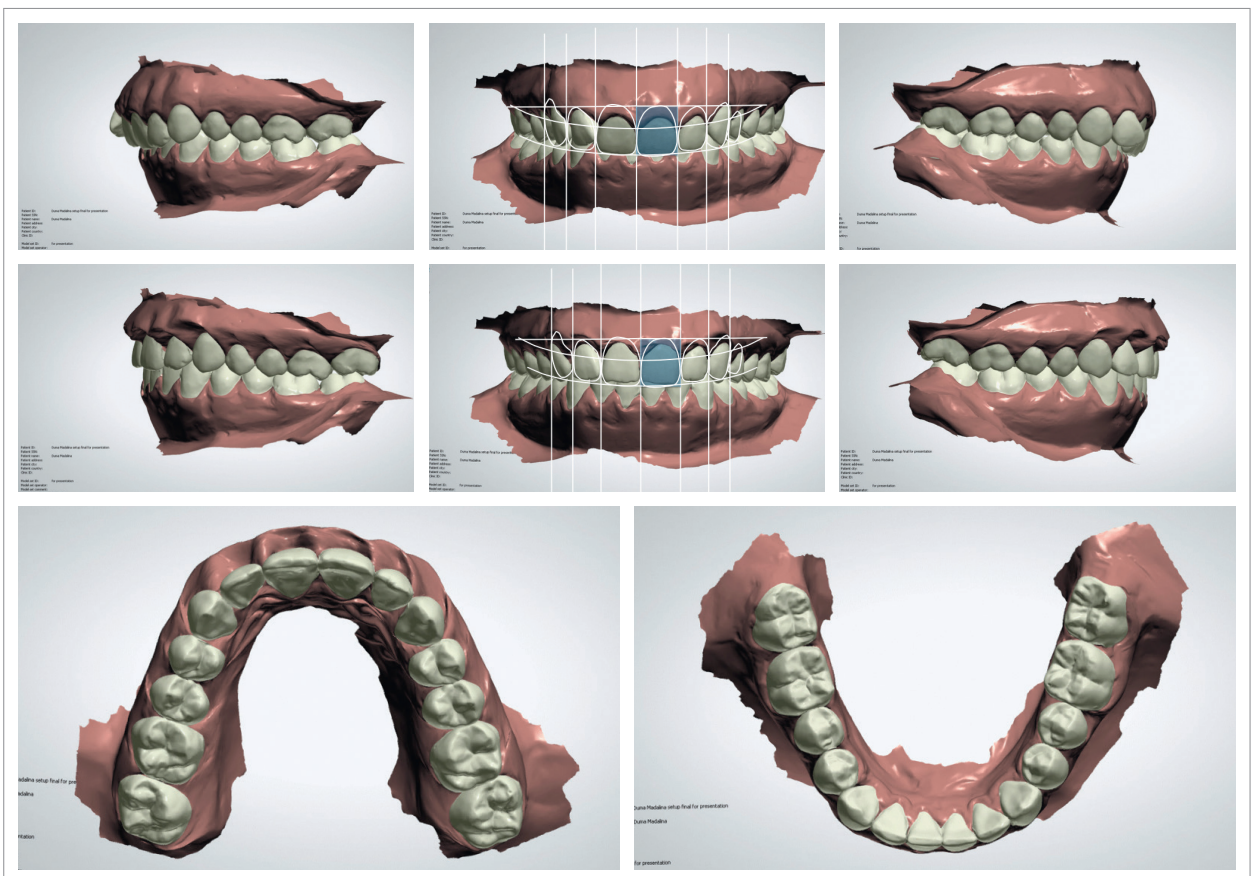


Abb. 5: Digitales kieferorthopädisches Set-up.

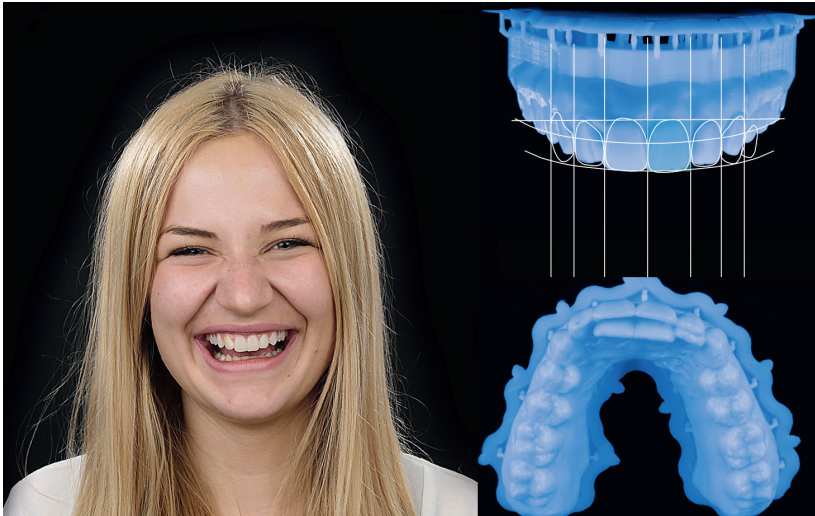


Abb. 6: Foto der Patientin mit eingefügtem digitalen Mock-up.

sowie ein konvexes Profil mit prominentem Kinn. Die Analyse ihres Lächelns zeigte eine Retrusion der oberen Schneidezähne sowie einen Engstand der oberen Frontzähne, was letztlich zu diesem ungewollten Erscheinungsbild beitrug (Abb. 1). Die Auswertung der intraoralen Aufnahmen und digitalen Modelle verdeutlichte eine Klasse II/2-Malokklusion, einen Tiefbiss, einen mittleren Engstand im Oberkiefer sowie leichten Engstand im Unterkiefer, eine leichte (2 mm) maxilläre transversale Diskrepanz aufgrund der dentalen Kompensationen sowie keinerlei Kiefergelenksymptome (Abb. 2). Die digitale cephalometrische Analyse ergab eine skeletale Klasse II aufgrund der Retrusion des Unterkiefers, ein hypodivergentes Gesichtsmuster sowie retroklinierte obere Schneidezähne zur Kompensation der skelettalen Klasse II-Beziehung (Abb. 3).

Behandlungsziele

Die wichtigsten Behandlungsziele für diese Patienten bestanden in:

- der Erreichung eines Klasse I-Verhältnisses von Eckzähnen und Molaren
- dem Proklinieren der oberen Schneidezähne
- dem Erreichen eines adäquaten Overjet und Overbite
- dem Auflösen des Engstands
- sowie der Verbesserung der Gesichtsästhetik und der Erhaltung eines geraden Profils.

Behandlungsalternativen

Basierend auf der klinischen Untersuchung und der Auswertung aller gewonnenen

digitalen Daten wurden der Patientin zwei Behandlungspläne vorgeschlagen:

1. Kieferorthopädische prächirurgische Dekompensation, gefolgt von einer chirurgischen Vorverlagerung des Unterkiefers sowie einer postchirurgischen kieferorthopädischen Finishingphase, um die skelettalen und okklusalen Verhältnisse zu korrigieren sowie die Gesichtsästhetik zu verbessern und das Profil der Patientin zu begradigen.
2. Kieferorthopädische Kompensation der skelettalen Diskrepanz. In diesem Fall könnten zwar die okklusalen Ziele erreicht werden, jedoch würde keine ästhetische Verbesserung erfolgen. Darüber hinaus könnte die Gesichtsästhetik noch mehr beeinträchtigt sein.

Die Patientin entschied sich für den ersten Behandlungsplan. Vor Behandlungsbeginn erfolgte eine schriftliche Einverständniserklärung.

Im Rahmen des Planungsvorgangs wurden prothetische Hilfsmittel eingesetzt. Um ein gesichtsästhetisches Design festzulegen, kam ein digitales „Smile Design“ zum Einsatz, welches die horizontalen und vertikalen Ebenen (Abb. 4) errechnete. Mithilfe der 3Shape OrthoAnalyzer Software wurde ein digitales Set-up erstellt (Abb. 5) und gemäß des DSD (Digitales Smile Design) wurden alle drei Achsen im Vorfeld der Behandlung geplant. Anhand dieser Modelle wurden dann die Bracketpositionen festgelegt und in das initiale Modell übertragen. Das Ganze erfolgte innerhalb eines Prozesses, der im Folgenden beschrieben wird.

Ein motivierendes (bukkales) Design wurde ausgedruckt und für die Patientin zur Simulation des finalen Ergebnisses (Abb. 5) benutzt. Dieses Design wird als Mock-up in den Patientenmund übertragen (Abb. 6) und anhand von Videoaufnahmen der Vorher-Nachher-Situation dargestellt. Dieses Vorgehen – so finden wir Autoren – beeinflusst die Fallakzeptanz in einem hohen Maße, insbesondere bei chirurgischen Fällen.

Der vorliegende Fall umfasste keine restaurativen Komponenten außer den speziellen restaurativen Planungshilfen.

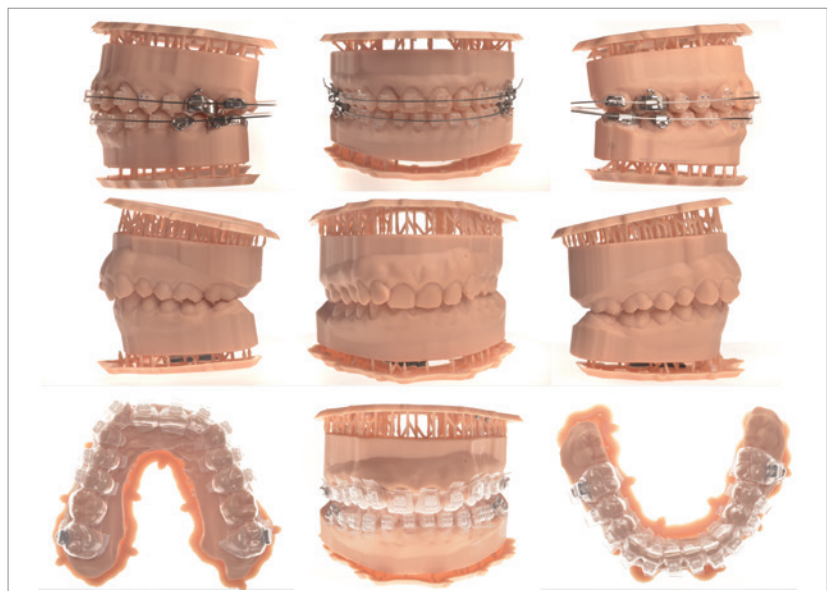


Abb. 7: Indirektes Klebtray auf dem digitalen Set-up-Modell.



Abb. 8: Oberes und unteres Transfertray für das indirekte Kleben der kieferorthopädischen Behandlungsapparatur.

Behandlungsfortschritt

Der erste Schritt innerhalb des Behandlungsplans umfasste die kieferorthopädische Dekompensation im Vorfeld der Unterkieferverlagerung. Eine feststehende kieferorthopädische Apparatur (Adenta, DISCREET™ Keramikbrackets mit „022“er Slot) wurde im Ober- und Unterkiefer eingesetzt, um das Levelling und Aligning der Zähne zu realisieren. Die Apparatur wurde mithilfe individualisierter Transfertrays indirekt geklebt. Um die vorhergesagten Ergebnisse der kieferorthopädischen Behandlung zu erreichen, wurden die Brackets auf dem kieferorthopädischen Set-up-Modell (Abb. 7) platziert und mittels Tiefziehverfahren ein weiches Transfertray hergestellt. Als nächstes wurde das Transfertray für jeden Zahn individuell ausgeschnitten und die separierten Teile auf dem initialen Abdruck der Patientin platziert, um die kinetischen Informationen vom Set-up auf die Zähne der Patientin zu übertragen. Nun wurde ein

hartes Transfertray über dem initialen Abdruck mit den individuellen Trays hergestellt, sodass die Brackets nun bereit für den indirekten Klebevorgang waren (Abb. 8).

Nach dem Auf- und Ausrichten der oberen und unteren Zähne sowie der erfolgten Dekompensation wurden die beiden Zahnbögen koordiniert, und nach einem Jahr aktiver kieferorthopädischer Behandlung war die Patientin bereit, sich der orthognathen Chirurgie zu unterziehen (Abb. 9). Zu diesem Zeitpunkt wurde zur Planung des chirurgischen Eingriffs zur Vorverlagerung des Unterkiefers ein neues Set digitaler Daten erstellt (Abb. 10). Zur gleichen Zeit wurde ebenfalls eine Genioplastik zur Kinnreduktion realisiert, da das Kinn der Patientin sehr prominent war. Nach erfolgter orthognather Chirurgie wurden die okklusalen Verhältnisse sowie die Gesichtsästhetik verbessert (Abb. 11a und b).

Drei Monate nach dem chirurgischen Eingriff wurde die kieferorthopädische Behandlung

abgeschlossen und die Apparatur entfernt. Es folgte eine Retentionsphase.

Behandlungsergebnisse

Die aktive Behandlung konnte nach 15 Monaten abgeschlossen werden. Die Patientin wies ein ästhetisch ansprechendes Lächeln und eine verbesserte Gesichtsästhetik mit einem begradierten Profil auf (Abb. 12 und 13). Die intraorale Auswertung der Okklusion zeigte sowohl rechts als auch links ein Klasse I-Verhältnis der Eckzähne und Molaren sowie einen adäquaten Overjet und Overbite mit einer guten Interkuspitation (Abb. 14). Die Zahnwurzeln waren laut Panoramaraöntgenaufnahme parallel ausgerichtet (Abb. 15) und die digitale cephalometrische Analyse ergab eine Vorverlagerung des Unterkiefers mit minimalen Veränderungen in der Position des Oberkiefers sowie eine Protrusion der oberen Schneidezähne (Abb. 16).

Diskussion

Skelettale Malokklusionen sind bei erwachsenen KFO-Patienten ein häufiger Grund für eine ästhetische und funktionale Beeinträchtigung. Eine kombinierte kieferorthopädisch-orthognathe Therapie scheint die beste Möglichkeit zu sein, um sowohl die okklusale Funktion zu verbessern als auch eine ansprechende Gesichtsästhetik zu realisieren.⁵ Einer der Hauptgründe, warum sich solche Patienten an eine Fachzahnarztpraxis wenden, ist die Gesichtsästhetik.⁶ In Anbetracht dessen stellt eine kieferorthopädische Camouflage-Behandlung keine Option für sie dar, da durch Einschlagen dieses Behandlungspfades die Gesichtsästhetik sogar noch verschlimmert werden könnte, oder, im besten Falle, so bleibt wie sie ist, so-

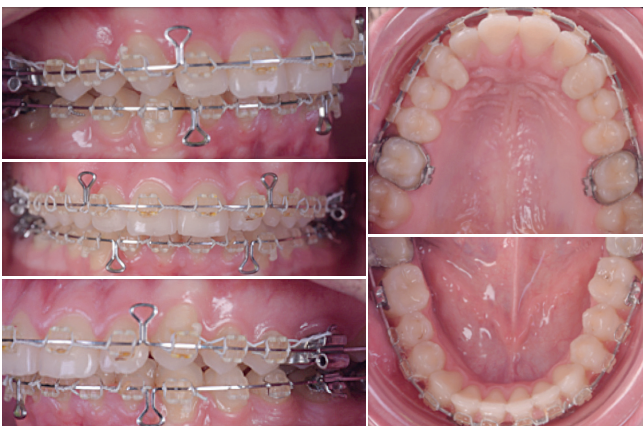


Abb. 9: Intraorale Situation am Ende der prächirurgischen kieferorthopädischen Phase.

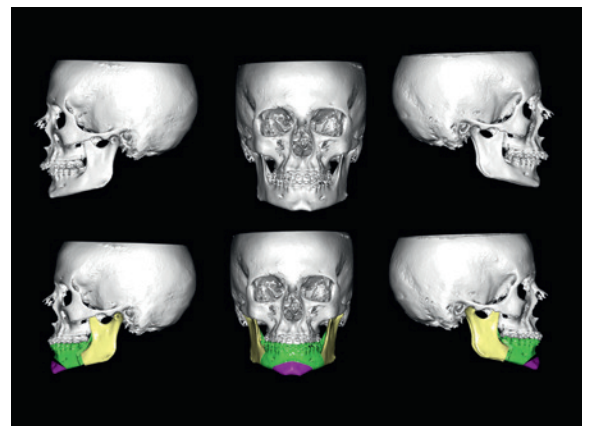


Abb. 10: Dreidimensionale chirurgische Planung.



Abb. 11a: Extraorale Ansicht einen Monat nach chirurgischer Vorverlagerung des Unterkiefers und des Einsatzes der Genioplastik.

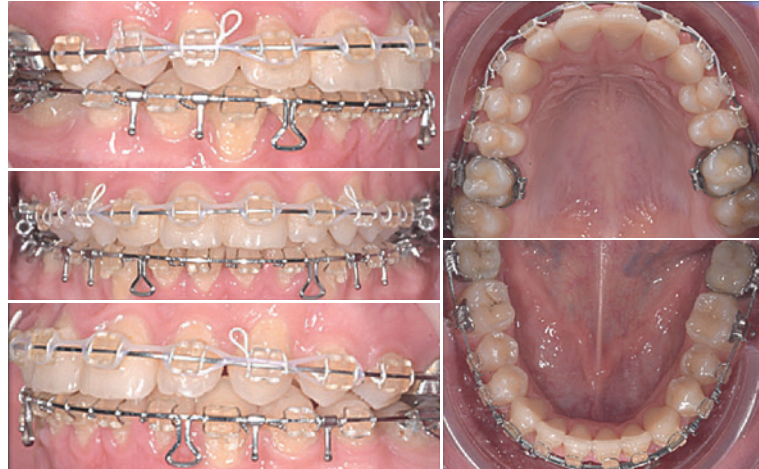


Abb. 11b: Intraorale Ansicht einen Monat nach chirurgischer Vorverlagerung des Unterkiefers und des Einsatzes der Genioplastik.

dass das Hauptanliegen der Patienten unerfüllt bleibt.

Jedoch, sich für oder gegen eine solch komplexe kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie zu entscheiden, kann für manche Patienten mit nicht unerheblichen Schwierigkeiten verbunden sein. In solchen Fällen kann die digitale Simulation des Behandlungsergebnisses ein wertvolles Instrument beim Erreichen der Zustimmung des Patienten darstellen.

Im dargestellten Fall waren die virtuelle Simulation in Form eines digitalen kieferorthopädischen Set-ups, welches entsprechend des digitalen Smile Designs umgesetzt wurde, sowie das 3D-gedruckte Mock-up und digitale Set-up von zentraler Bedeutung für das Erreichen der Patientenzustimmung innerhalb der Planungsphase der Behandlung.

Der Erfolg einer solch komplexen Behandlung, in die mehrere Spezialisten involviert sind, hängt von einer genauen, vorhersagbare Ergebnisse gewährleistenden Diagnose und Behandlungsplanung ab.⁷ 3D Imaging Tools stellen bei der Sicherstellung einer akkuraten Datensammlung und -analyse ein unverzichtbares Instrument dar, welches darüber hinaus die Kommunikation zwischen den Mitgliedern des Behandlerenteams sowie die komplexe Therapieplanung verbessert. Bei chirurgischen Fällen wie diesem ist die prächirurgische Position der Zähne essenziell, um korrekte chirurgische Bewegungen zu ermöglichen. Aus diesem Grund sollte eine digitale Planung der prächirurgischen Zahnpositionen auch vor dem chirurgischen Eingriff durchgeführt werden.³ Im dargestellten Fall wurde dies durch ein digitales Set-up realisiert.

Um die Reproduzierbarkeit der simulierten Ergebnisse sicherzustellen, kam des Weiteren die beschriebene indirekte Klebetechnik zum Einsatz, welche dafür sorgt, dass das finale Ergebnis auch das gewünschte ist. Darüber hinaus kann der Kieferorthopäde das Set-up im Verlauf der Behandlung kontrollieren, um zu sehen, ob die prächirurgischen Ziele erreicht

wurden oder noch weitere Anpassungen erforderlich sind. Somit reduziert sich die finale, postchirurgische Phase wie es im beschriebenen klinischen Beispiel der Fall war, wo die postchirurgische kieferorthopädische Behandlung lediglich drei Monate umfasste. Eine virtuelle chirurgische Planung mithilfe von bildgebenden Hightech-Verfahren sowie



Abb. 12: Extraorale Ansicht nach Behandlungsende, nach Debonding.



Abb. 13: Vorher- und Nachher-Foto der Patientin.



Abb. 14: Intraorale Aufnahme am Ende der Behandlung, nach Debonding.

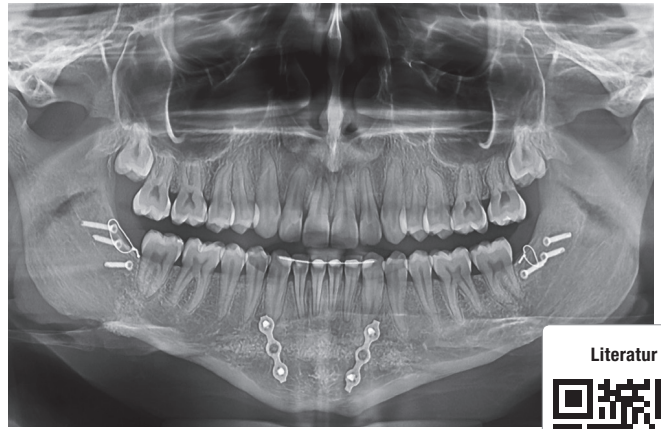


Abb. 15: Panoramaaufnahme nach Debonding.



verschiedenen Softwares erlaubt – im Vergleich zu konventionellen zweidimensionalen Verfahren – eine bessere Diagnose, Behandlungsplanung sowie Simulation der chirurgischen Ergebnisse.^{8,9} Weitere Vorteile – neben einer virtuellen dreidimensionalen Planung – sind die Beseitigung zeitraubender Laborschritte, die zudem zu Fehlern führen können; die Erhebung genauerer Daten hinsichtlich der dreidimensionalen Anatomie des Patienten sowie die Möglichkeit der virtuellen Erstellung zahlreicher Simulationen verschiedenster chirurgischer Ansätze, um letztlich den bestmöglichen auswählen zu können (dies ist bei der konventionellen Modellchirurgie unmöglich).¹⁰

Zusammenfassung

Die kombinierte kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlung ist komplex und

erfordert eine sorgfältige Diagnose und Behandlungsplanung, um erfolgreich zu sein. Eine virtuelle Behandlungsplanung erweist sich für vorhersehbare Ergebnisse als nützlich, und virtuelle Behandlungssimulationen sind essenziell, um die Zustimmung des Patienten für den vorgeschlagenen Therapieplan sowie dessen gute Mitarbeit zu erwirken.

Adresse

Dr. Ioan Barbur
 Centrul Ortodontic Cluj
 Strada Andrei Mureșanu, nr. 8
 Cluj-Napoca
 Rumänien
 Tel.: +40 264 444423
 www.centrulortodonticcluj.ro

Kurzvita



Dr. Ioan Barbur
 [Autoreinfo]



Dr. Florin Cofar
 [Autoreinfo]

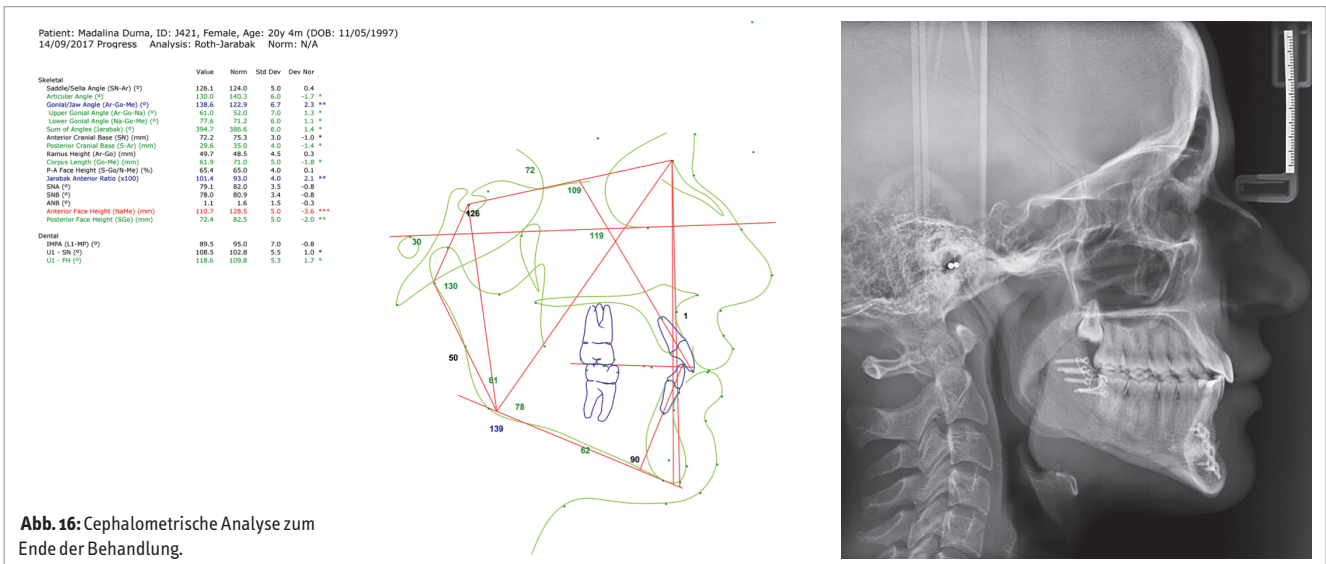


Abb. 16: Cephalometrische Analyse zum Ende der Behandlung.

Herbst-GNE-Hybrid

in digitaler Fertigung



orthoLIZE ist Ihr Partner für den vollständigen digitalen Workflow in der Kieferorthopädie – von Beratung, Training, Hardware bis zur Konstruktion und Fertigung: *Digitize. Analyze. Realize.*

Weitere Produkte und Apparaturen in digitaler Fertigung u.a.:

- Verankerungsapparaturen
- Retainer/Kleberetainer
- Zahnkorrekturschiene
- Aufbisschiene
- Table Tops
- OP Splinte

