

# Am Computer geplant – vom Roboter hergestellt – indirekt geklebt

DDr. Silvia M. Silli und Dipl.-Ing. Mag. Christian Url über die individualisierte Multibracketapparatur von Orthorobot.

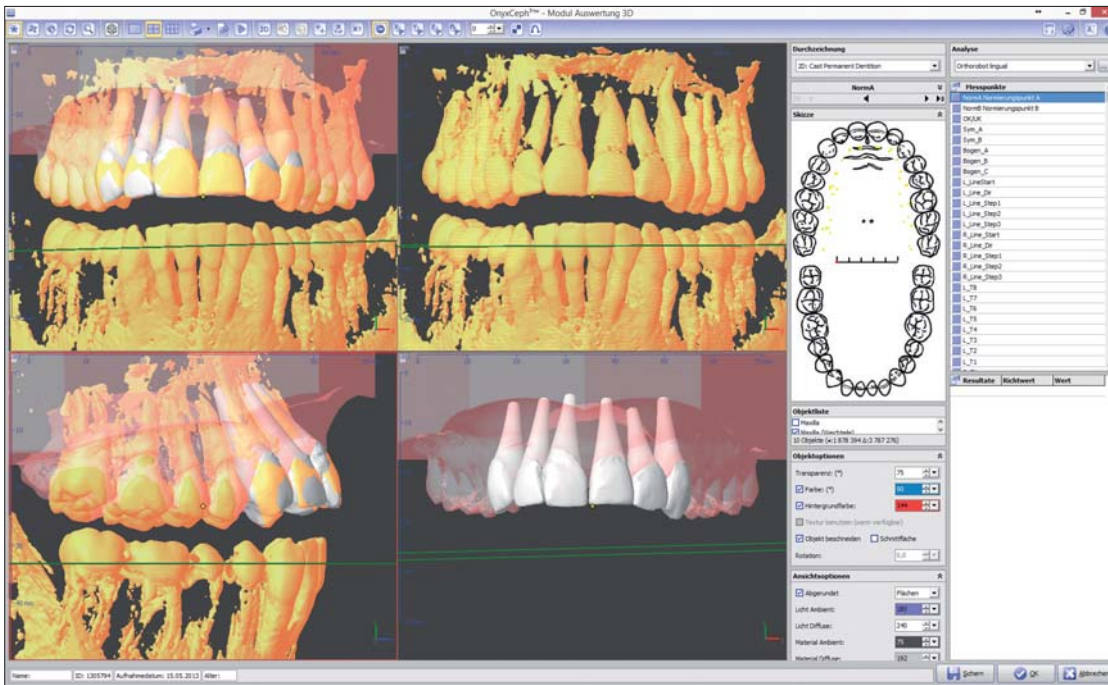


Abb. 1: Wurzelidentifikation mittels DVT.

## Einleitung

Die indirekte Bracketpositionierung auf Basis eines Ziel-Set-up-Modells gibt Sicherheit bezüglich des gewählten therapeutischen Vorgehens, optimiert und beschleunigt den klinischen Klebevorgang und vereinfacht in Kombination mit individuell gebogenen Drahtbögen das Erreichen des geplanten Behandlungsziels. Auf den ersten Blick erscheint der erhöhte Aufwand nachteilig gegenüber der direkten (händischen) Bracketpositionierung. Die Herstellung eines Ziel-Set-up-Modells und die indirekte Positionierung der Brackets im Labor werden daher trotz ihrer unbestrittenen klinischen Vorteile in praxi nur selten und wenn, dann meist nur in grenzwertigen Situationen (z. B. Ex-/Non-Ex-Entscheidung) in Betracht gezogen.

Neue Entwicklungen der dreidimensionalen Virtualisierung und des häufig unter dem Titel „digitale Kieferorthopädie“ zusammengefassten Gebiets haben Verfahren hervorgebracht, die den labortechnischen Aufwand der Ziel-Set-up-Planung und des indirekten Klebens so weit minimieren, dass die indirekte Bracketpositionierung sowohl aus medizinischer als auch aus wirt-

schaftlicher Sicht als Methode erster Wahl infrage kommt. Hierbei wird der zeitintensive Vorgang der manuellen Ziel-Set-up-Erstellung durch eine virtuelle Planung am Computer beschleunigt. Ebenso ist die Planung der Bracketpositionen auf einem virtuellen Modell am Computer möglich, was den Laborprozess fast vollständig virtualisiert und dadurch effizienter und exakter macht.

Die Orthorobot-Labortechnik für indirektes Kleben basiert auf der indirekten Positionierung von Brackets mittels eines Roboterarms auf ein Zahnmodell und wurde von der Autorin ab dem Jahr 1999 entwickelt. Schon damals wurde der Prozess, der sowohl für die Lingual- als auch für die Bukkaltechnik ausgelegt ist, im Hinblick auf die zu erwartenden Entwicklungen so gestaltet, dass neue Technologien integriert werden konnten, sobald sie (zu vernünftigen Bedingungen) verfügbar waren. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die 3-D-Digitalisierung des Gebisses und die Integration der virtuellen Set-up-Planung gelegt. Bereits im Jahr 2000 (IOK, 32. Jahrg. 2000, Nr. 3) hat die Autorin aufgezeigt, welche Technologien an welcher Stelle des Laborprozesses zur Steigerung der Genauigkeit und

Wirtschaftlichkeit zum Einsatz kommen können. Durch die laufende Weiterentwicklung der Orthorobot-Labortechnik wird heute die gesamte Planung sowohl der Zielsituation als auch der Apparatur (Bracketpositionierung und -individualisierung, Drahtbogenform) rein virtuell am Computer erstellt, um dann mit Robotertechnik real umgesetzt bzw. hergestellt zu werden.

Im Folgenden wird ein Überblick des Ablaufs einer Behandlungsplanung und deren Umsetzung mit der Orthorobot-Labortechnik gegeben. Die Elemente der virtuellen Planung und die Vorteile der digitalen Technik aus Kundensicht werden vorrangig behandelt.

## Ein schneller Überblick

Orthorobot ist ein Speziallabor für indirekte Bracketpositionierung sowohl auf der lingualen als auch der vestibulären Seite. Das Labor individualisiert Brackets nach Wahl basierend auf einem Ziel-Set-up-Modell und biegt die korrespondierenden individuellen Drahtbögen. Geliefert werden die individuellen Brackets im Übertragungstray und die gewählten individuellen Drahtbögen. Die Zusammenarbeit zwischen Praxis und Labor läuft bei Orthorobot in folgenden Schritten ab: Erfassung der Gebissituation (konventioneller Abdruck oder digitaler Scan), Übertragung an das Labor (Postversand oder über Internet), nach Eingang fixe Lieferterminezusage, Planung der Zielsituation (Set-up) am virtuellen Modell, Set-up-Überprüfung und Freigabe über Internet durch Auftraggeber, Positionierung und Individualisierung der ausgewählten Brackets mit Roboter auf gegenständlichem Modell, Herstellung des Klebe-Übertragungstrays, Biegen der Drahtbögen, Versand an Praxis.

## Von konventionell bis voll-digital – unterschiedliche Ausbauschritte auf Praxisseite

Der Orthorobot-Laborprozess basiert auf digitalen Gebissdaten. Die gesamte Planung wird bis zur gegenständlichen Positionierung der Brackets mittels Roboter am virtuellen Modell am Computer durchgeführt. Bezüglich der Datenbereitstellung kann die Zusammenarbeit zwischen Praxis und Labor je nach Wunsch von konventionell analog (Abdrucknahme und Postversand) über teilweise digital (konventioneller Abdruck, Digitalisierung in Praxis mit Desktopscanner oder von Scandienstleister, Datenübertragung über Internet) bis vollständig digital (Erfassung mittels Intraoralscanner, Datenübertragung über Internet) gestaltet werden. Ist die Planungssoftware Onyx-Ceph<sup>3</sup>™ praxisseitig vorhanden, kann der Kunde an jedem Punkt der Planung selber eingreifen. So ist es z. B. möglich, die Set-up-Planung vom Labor erledigen zu lassen, kleine Korrekturen am Com-

puter eigenhändig durchzuführen und dann die virtuelle Bracketpositionierung wieder auf Laborseite machen zu lassen. Die Kommunikation zwischen Praxis und Labor funktioniert dabei auf Tastendruck über eine Internetschnittstelle.

Die Software OnyxCeph<sup>3</sup>™ ist auf Praxisseite keine Voraussetzung für die Zusammenarbeit. Ist sie nicht vorhanden, werden die virtuellen Modelle mit einem kleinen Viewer-Programm zur Überprüfung an die Praxis gesendet. Ein eigenhändiges Eingreifen in die Planung ist in dieser reinen Betrachtungssoftware jedoch nicht möglich.

Durch die freie Gestaltung der Zusammenarbeit kann jede Praxis sofort von den Vorteilen der digitalen Planung profitieren, während nach eigenem Tempo digitale Technologien in die Praxis Schritt für Schritt eingeführt werden. Auf diese Weise können je nach Wunsch nach und nach immer mehr Aufgaben (und Wertschöpfung) vom Fremdlabor in die eigene Praxis übernommen werden.

Fortsetzung auf Seite 10 **KN**



Abb. 2: Überlagerung Set-up Malokklusion.

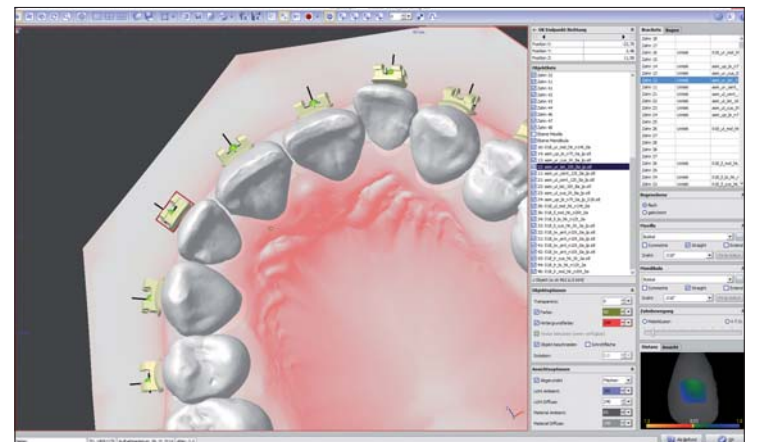


Abb. 3: Feineinstellung der Bracketpositionierung.



Abb. 4: Positionierungsroboter.

## ANZEIGE

### Die innovativste Verankerungsmethode zur Zahnkorrektur

- Kein Ziehen gesunder Zähne
- Abschluss der Zahnkorrektur ohne Lücken
- Symmetrisches, schönes Lächeln
- Für junge Leute und Junggebliebene



LOMAS / MONDEFIT



Arno Fritz GmbH • Am Gewerbering 7 • 78570 Mühlheim a. d. Donau  
Phone +49 7463 99307 60 • info@arno-fritz.com • www.arno-fritz.com

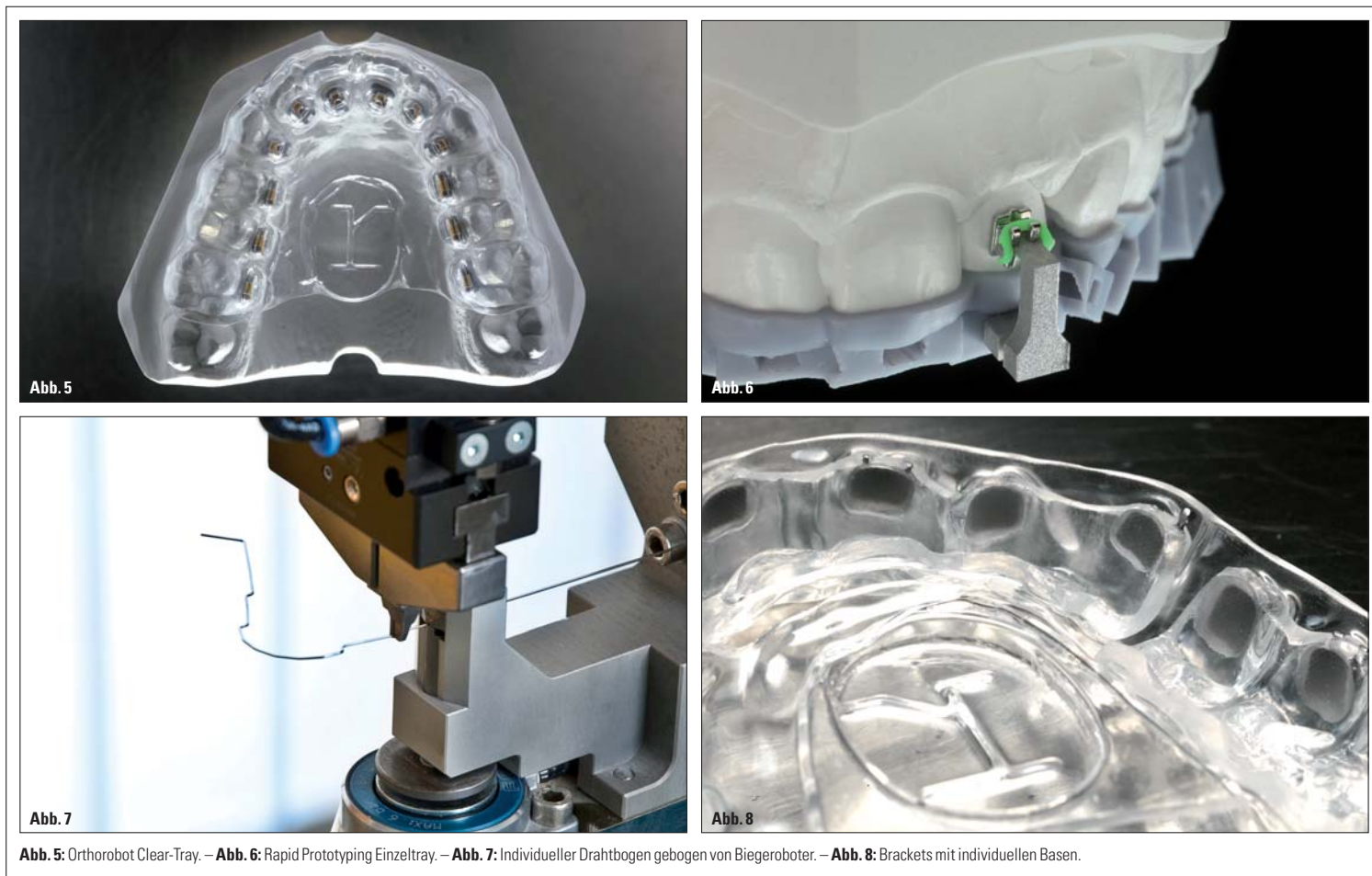


Abb. 5: Orthorobot Clear-Tray. – Abb. 6: Rapid Prototyping Einzeltray. – Abb. 7: Individueller Drahtbogen gebogen von Biegeroboter. – Abb. 8: Brackets mit individuellen Basen.

#### KN Fortsetzung von Seite 8

### Der Laborprozess im Detail

Ein digitales Zahnmodell ist Ausgangspunkt des Prozesses. Konventionelle Abdrücke werden laborseitig digitalisiert. Wurden Intraoralscans oder Scans von Desktopgeräten an das Labor übermittelt, werden diese als Planungsbasis übernommen. Nach Segmentierung und Vervollständigung der Einzelzahnkronen wird die Zielsituation virtuell geplant. Unterstützende diagnostische Unterlagen wie extra- und intraorale Fotografien, Panorama- und Fernröntgenaufnahmen fließen in die Planung ein. Sind DVT-Daten vorhanden, können die synthetisch vervollständigten Wurzeln der Einzelzähne den realen

Wurzeln in Achse und Länge nachgebildet werden, sodass in der Planung annähernd realistische Wurzelpositionen zur Verfügung stehen (Abb. 1). Die virtuelle Behandlungsplanung kann je nach Wunsch vom Kundeneigenhändig in OnyxCeph<sup>3™</sup> oder vom Labor erstellt werden. Auf die Qualität der Ziel-Set-up-Planung wird bei Orthorobot besonderes Augenmerk gelegt. Zur Optimierung wird jede Planung laborintern in engem Austausch zwischen bearbeitendem Digital Lab Techniker und ärztlicher Aufsicht durchgeführt. Erst nach finaler ärztlicher Prüfung wird die Set-up-Vorschau zur Freigabe an den Auftraggeber versandt. In der Set-up-Vorschau können das Zielmodell und die Malokklusion in der korrekten Korrela-

tion überblendet werden (Abb. 2). So sind nötige Zahnbewegungen sowie andere klinische Maßnahmen, wie z. B. approximale Schmelzreduktion, sofort ersichtlich. Der Aufwand für die Set-up-Prüfung wird dadurch für den Kunden auf ein Minimum reduziert. Mehr als 90 Prozent aller Set-up-Planungen von Orthorobot werden von deren Auftraggebern ohne Korrekturwünsche zur Bracketpositionierung freigegeben.

Nach Freigabe der Set-up-Planung wird die Positionierung der gewünschten Brackets am Computer geplant. Der Orthorobot-Laborprozess wurde hinsichtlich der Bracketauswahl offen gestaltet. Es ist daher für den Kunden möglich, nahezu jedes kommerziell erhältliche Bracket bei

Orthorobot positionieren zu lassen und so sein bevorzugtes konfektioniertes Bracketsystem zu individualisieren. Gemeinsam mit individuell gebogenen Finishing-Drähten entsteht so eine auf die gewünschte Zielsituation programmierte „maßgeschneiderte“ Apparatur mit den bewährten Handlingeigenschaften des bekannten Bracketsystems.

Die virtuelle Planung der Bracketpositionierung verbessert vor allem die Feineinstellung hinsichtlich einer kollisionsvermeidenden Positionierung. Ebenso wird durch die detaillierte Darstellung am Bildschirm die Optimierung der Klebelinie der Straight-Wire-Apparatur erleichtert. Sowohl bei linguale als auch bukkale Beklebung profitieren sowohl Patient als auch behandelnder Kieferorthopäde von geringerer Gefahr des Bracketverlustes, kleineren oder gar keinen Aufbissen und – falls möglich – optimiertem Kraftansatzpunkt (z. B. exzentrische Positionierung für optimierte Rotationsbewegung) (Abb. 3).

Die vom Kunden gewünschten realen Brackets werden im nächsten Schritt von einem Spezialroboter auf deren virtuell geplante Positionen auf dem Zahnmodell gesetzt. Zu diesem Zweck wird das gegenständliche Modell und die virtuelle Planung durch 3-D-Stereokameras abgeglichen und so die Computerplanung mit Roboterunterstützung real umgesetzt (Abb. 4).

Als Klebe-Übertragungstrays kommen auch im digitalen Laborprozess die bei Orthorobot seit über zehn Jahren bewährten zweiphasigen Clear-Trays zum Einsatz (Abb. 5). Das zur Herstellung verwendete Vakuumtiefziehverfahren über das Malokklusionsmodell garantiert hohe Übertragungsgenauigkeit bei sicherem

Sitz der Brackets im Tray. Zudem erlaubt das klare Tray eine optische Prüfung des Bracketsitzes im Mund vor dem Kleben. Derzeit in Entwicklung befindet sich ein auf Basis der virtuellen Planung mittels Rapid Prototyping-Verfahren hergestelltes Übertragungstray, eine Weiterentwicklung des bisher bei Orthorobot verwendeten Einzelübertragung-Jigs. Dieses Tray, welches zukünftig für jeden Fall standardmäßig mitgeliefert wird, erlaubt die Repositionierung von Brackets auf jedem Zahn zu jedem Zeitpunkt während der Behandlung (Abb. 6).

Individuell gebogene Drahtbögen komplettieren die auf die gewünschte Zielsituation programmierte Apparatur. Diese Drähte werden ebenfalls von einem Roboter gebogen (Abb. 7). Die dafür erforderlichen Daten stammen aus der virtuellen Ziel-Set-up-Planung. Die Bandbreite des Drahtmaterials für individuelle Drahtbögen reicht von .012" NiTi bis .019" x .025" Stainless Steel. Die Auswahl der Drähte für einen Fall kann vom Kunden spezifiziert oder nach Wunsch vom Labor vorgeschlagen werden.

### Das Einsetzen der Apparatur in der Praxis

Nach Herstellung der Apparatur im Labor wird diese zum vereinbarten Liefertermin zugestellt. Die Versandbox enthält die individualisierten Brackets in Übertragungstrays, die individuellen Drahtbögen, Bilddokumentation zum Bracketsitz in Mal- und Zielokklusion, etwaige Zusatzinformationen und ein Merkblatt über das von Orthorobot empfohlene Klebprotokoll.

Da die Brackets bereits exakt an die Zahnmorphologie angepasste Basen aus Kompositmaterial haben, ist zum klinischen Kleben nur noch dünnflüssiges Klebematerial (Bonding) nötig (Abb. 8). Orthorobot empfiehlt ein zweiphasiges, chemisch aushärtendes Kleberset. Der Aushärtprozess dieses Klebers wird erst gestartet, wenn Teil A (auf den Zahn aufgetragen) und Teil B (auf die Bracketbasis aufgetragen) beim Positionieren des Trays im Mund zusammentreffen (Abb. 9). Dadurch kann beim indirekten Kleben ruhig, exakt und ohne Zeitdruck gearbeitet werden.

Um das Handling weiter zu erleichtern, wird empfohlen, die standardmäßig in Frontzahn- und Seitenzahnbereiche geteilten Klebetrays einzeln nacheinander zu kleben. Auf der Website von Orthorobot finden sich Details zum Kleben in einem klinischen Video ([www.orthorobot.com/videonews](http://www.orthorobot.com/videonews)). Nach dem Kleben wird das weiche Tray abgelöst, gründlich gespült, etwaiger Bondingüberschuss entfernt und der erste Draht eingesetzt. In der Praxis der Autorin sind für Termine, in denen die Apparatur in beiden Kiefern mittels indirekter Klebetechnik eingesetzt wird, selten mehr als 30 Minuten nötig (Abb. 10).

ANZEIGE

[www.halbich-lingual.de](http://www.halbich-lingual.de)

**Thomas Halbich**  
LINGUALTECHNIK

PATIENTEN  
BEHANDLER

inkl. QMS Quick Modul System  
schön einfach – einfach schön!  
[www.halbich-qms.de](http://www.halbich-qms.de)



Abb. 9: Zweiphasiges Klebematerial.



Abb. 10: Individuelle Brackets und Drahtbogen nach Einsetzen der Apparatur.

**Vor- und Nachteile der indirekten Bracketpositionierung mittels digitalen Laborprozesses**

**Nachteile**

Es entsteht praxisseitig Mehraufwand durch die Notwendigkeit einer Abdrucknahme oder eines Intraoralscans. Sollen alle Möglichkeiten des eigenhändigen Eingreifens genutzt werden, ist die Software OnyxCeph<sup>3</sup>™ und Wissen über deren Funktionen nötig. Entsprechende Schulungen werden bei Orthorobot in Wien

angeboten. Durch den Laboraufwand entstehen zusätzliche Kosten.

**Vorteile**

Durch die Übernahme von digitalen Scandaten (Intraoral- oder Desktopscanner) entfällt der Postversand zum Labor. Durch das virtuelle Set-up ist das genaue Behandlungsziel schon vor Behandlungsbeginn bekannt, dafür notwendige Zahnbewegungen sind durch die virtuelle Planung genau quantifizierbar, die Relation zur Malokklusion bleibt erhalten. Für die 3-D-Set-

up-Vorschau und Klebefreigabe erfolgt die Kommunikation über das Internet mittels OnyxCeph<sup>3</sup>™ oder mittels eines unkomplizierten Viewer-Programms.

Beim verwendeten Bracketsystem gilt freie Wahl unter nahezu allen am Markt befindlichen Typen. Die vom Auftraggeber bevorzugten Brackets werden mit einer individuellen Kompositbasis versehen und bilden so eine individuelle (= maßgeschneiderte) Apparatur. Das Kleben mittels indirekter Technik spart Stuhlzeit und stellt

die korrekte Bracketposition sicher. Individuell robotergebogene Drähte ermöglichen ein Finishing auf höchstem Qualitätsniveau in kürzerer Behandlungszeit. **KN**

**KN Adresse**

DDr. Silvia M. Silli  
Waidhausenstraße 11  
1140 Wien  
Österreich  
Tel.: +43 1 9149090  
sylvia@silli.com  
www.kieferorthopaedie.at

**KN Kurzvita**



DDr. Silvia M. Silli  
[Autoreninfo]



Dipl.-Ing. Mag. Christian Url  
[Autoreninfo]



ANZEIGE

**APC™ Flash-Free**  
Adhesive Coated Appliance System

**Perfekte Haftung ohne Überschüsse**

Jetzt auch auf Clarity™ ADVANCED, Clarity™ SL und SmartClip™

**Ihre Vorteile:**

**Weniger Arbeitsschritte**

spart Zeit, Kosten und gibt Sicherheit im gesamten Prozess.

**Präzise Positionierung**

kein ungewolltes Verschieben des Brackets bei der Überschussentfernung.

**Zuverlässige Haftkraft**

APC™ Flash-Free weist eine sehr geringe Bracketverlustrate von unter 2% auf<sup>2</sup>.

**Überzeugender Randschluss mit Schutzfunktion**

der ideal gekehlte Rand bietet einen abrasionsbeständigen Schutz vor Säureerosion<sup>1</sup>.

**Innovation, die Maßstäbe setzt**

Alle 3 Brackets mit APC™ Flash-Free Adhäsiv-Vorbeschichtung erhältlich in: **MBT 0.18** und **0.22** und **Roth 0.18** und **0.22**



CLARITY™ | ADVANCED  
advanced ceramic brackets



CLARITY™ | SL  
SELF-LIGATING APPLIANCE SYSTEM



SMARTCLIP™ | SL3  
SELF-LIGATING APPLIANCE SYSTEM

SmartClip™ mit APC™ Flash-Free Adhäsiv-Vorbeschichtung ausserdem erhältlich in: **Ricketts 0.18** und **0.22**

Weitere Informationen unter [www.3m.de/flashfree](http://www.3m.de/flashfree)



<sup>1</sup>3M Unitek Orthodontic Perspectives, 2013, Vol. XX(2)  
<sup>2</sup>3M Unitek Customer Evaluation Reports, 42 Doctors, N. America/Australia/Europe, 1997 brackets bonded, 2012-13