

# KN WISSENSCHAFT & PRAXIS

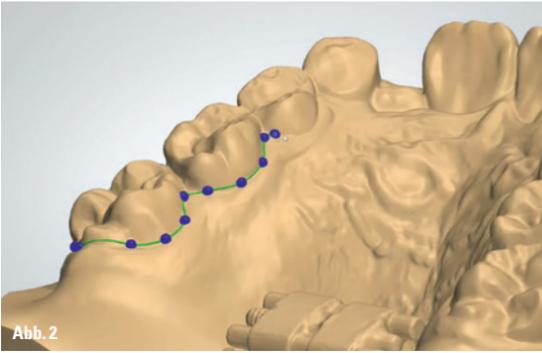


Abb. 2

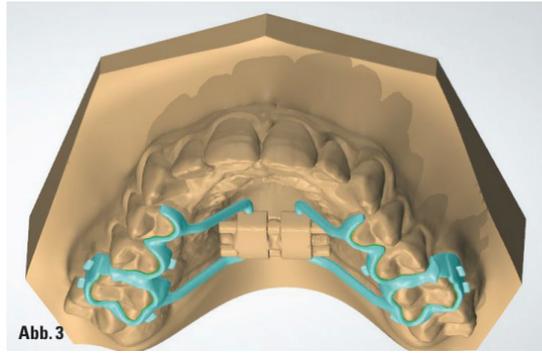


Abb. 3

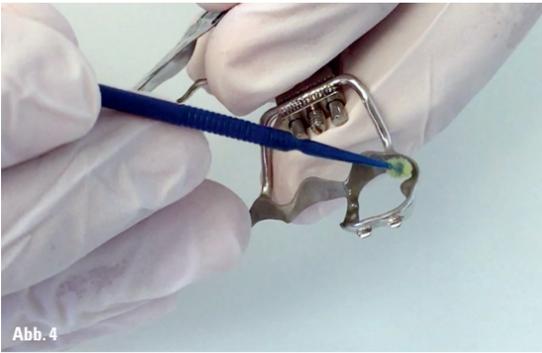


Abb. 4



Abb. 5



Abb. 6

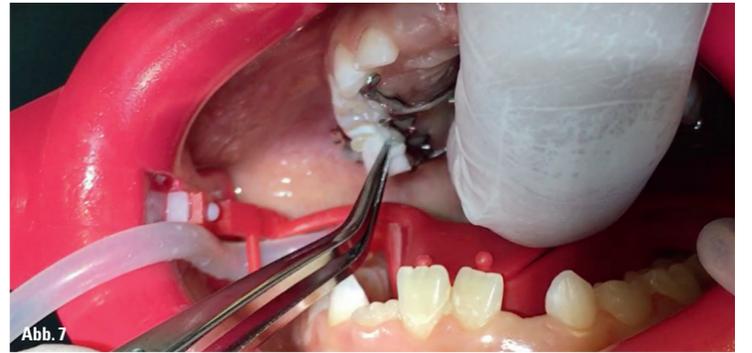


Abb. 7

**Abb. 2:** Design der Basisstruktur mit eingefügter Dehnschraube. – **Abb. 3:** Fertig designte Hyrax mit eingefügter Dehnschraube. – **Abb. 4:** Silanisieren der sandgestrahlten Klebeflächen. – **Abb. 5:** Auftragen von Transbond XT (Fa. 3M).

## KN Fortsetzung von Seite 1 CAD/CAM im klinischen kieferorthopädischen Alltag

Dies führt mich direkt in unser Fachgebiet, der Kieferorthopädie, und zwar insbesondere zur Herstellung metallgedruckter Behandlungsapparaturen, deren Realisierung sich der folgende Artikel widmet. Wie können wir Kieferorthopäden die digitalen Vorteile unserer Zeit bzw. den alltäglichen Wandel von gezeichneten zu dreidimensional gedruckten Elementen in unseren Praxen und Kliniken einbeziehen? Schließlich stellt jede Apparatur für unsere Patienten einen individuellen Prototyp dar.

viele unserer Anwendungen benötigen regelmäßige Aktualisierungen, gerade zur Sicherheit und Effizienzsteigerung. Zusätzlich werden in der Kieferorthopädie immer mehr Dienstleistungen außerhalb unserer Praxen angeboten, welche wir am einfachsten via Internet in Anspruch nehmen können.

Die einzelnen Computer in den Behandlungsräumen, am Empfang, im Büro und Röntgenraum müssen entsprechend den Anforderungen der angehängten Geräte ausgerüstet werden. Der Computer für das digitale Röntgengerät (2D oder 3D) sollte hierbei eine höhere Ausstattung bez. Arbeitsleistung, Arbeitsspeicher und Grafikkarte haben, als z. B. der Computer am Empfang. Zum Praxisequipment gehört heute natürlich auch ein Scanner-Computer. Am sinnvollsten ist es, hierbei eine Scanner-Lösung zu kaufen, bei der der Computer jederzeit aufrüstbar und ersetzbar ist. Die Optik der Scanner wird höchstwahrscheinlich die Nutzungsdauer eines regulären Rechners überleben. Der Scanner sollte, wenn möglich, über eine STL-(Stereolithography-) Datenausgabe verfügen, ohne dabei durch den Hersteller zu stark eingeschränkt zu sein (z. B. nur auf einen unkompatiblen Datensatz beschränkt).

In puncto Scanner lohnt es sich, in einen effizienten Intraoralscanner zu investieren. Die Desktoplösungen, welche für den Scan von Alginatabformungen und für die Archivierungen von alten Modellen dienen, machen wenig Sinn, da sie für den Patienten und den Workflow in der Praxis keine Einsparung und Erleichterung bringen. Um alte Modelle zu archivieren, können diese bei Bedarf in der Zeit, in welcher der Intraoralscanner gerade nicht benutzt wird, problemlos von Hand gescannt werden.

Des Weiteren wird eine 3D-Bearbeitungssoftware benötigt, welche es erlaubt, STL-Daten zu importieren, zu speichern, selber zu erstellen und gewisse Standardisierungen festzulegen. Dazu gibt es vorgefertigte Programme von den Scanner-Anbietern oder natürlich auch frei zugängliche Software online. Der Vorteil vorgefertigter Programme besteht sicher darin, dass Elemente, wie Zahnkronen, erkannt werden, Vermessungen möglich sind und gewisse Abläufe vorprogrammiert sind, welche die Arbeit ungemein erleichtern. Andererseits ist man natürlich dadurch an einen Hersteller gebunden.

Die so designte Struktur muss nun von der virtuellen in die reale Welt überführt werden. In Kunststoff gedruckt, metallgefräst oder metallgedruckt (Laser Sintering/Laser Melting) stellen hier die gängigsten Optionen dar. Um spezifisch eine metallische Apparatur herzustellen, kann die

Basisstruktur mit den entsprechenden Eigenschaften aus dem gewünschten Metall gefräst werden. Dies hat den Vorteil, dass die Oberfläche sehr homogen umgesetzt wird.

Wenn die Apparatur gegossen werden soll, ist es möglich, einen Wachskörper zu drucken, diesen zu ummanteln, auszubrennen und anschließend herkömmlich zu gießen. Beim Metalldruckverfahren wird eine Metalllegierung in Schichten gestreut und lokal mit einem Laser zusammen geschmolzen. Die so gedruckte Struktur muss anschließend noch aufpoliert werden.

Für alle diese Vorgehensweisen gilt, dass anschließend aktivierbare Elemente angefügt werden müssen. Es ist aber bereits möglich, einfache Röhrchen, Brackets und Haken in das Design der Basisstruktur zu integrieren. Hier kommt die Frage auf, ob die entsprechenden Maschinen in der eigenen Praxis stehen sollten oder

besser in spezialisierte Zentren ausgelagert werden. Dabei muss in Betracht gezogen werden, dass in jedem Fall zusätzliche Räume aufgrund von Lärm, Geruch und Schutzbedingungen benötigt werden. Zudem ist ein geschultes Personal erforderlich, inklusive der entsprechenden Lohnkosten, und zusätzlich die jährlich fälligen Lizenzgebühren für die verschiedenen Maschinen und Programme. Dies muss jeder Kieferorthopäde für sich entscheiden. Ist die Apparatur dann gefertigt, wird sie im Patientenmund eingesetzt. Je nach Ausmaß der zur Verfügung stehenden Klebefläche am Zahn kann die Apparatur mittels Klebstoff (kleine Flächen, filigrane Apparaturen) oder Zement eingesetzt werden (große Flächen, Apparaturen für große Kraftapplikationen). In jedem Fall empfiehlt es sich, immer eine adäquate Trockenlegung zu nutzen, um ein Lockern der Apparatur zu verhindern.

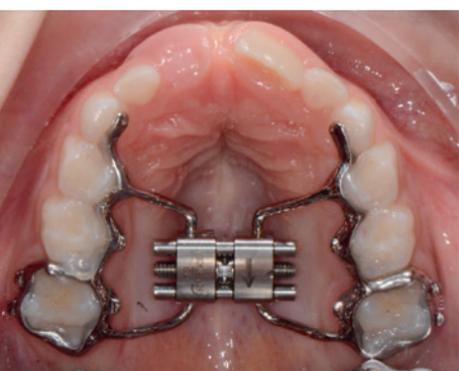


Abb. 8: Hyrax in situ.

## Voraussetzungen in der Praxis

Für den digitalen Wandel in der kieferorthopädischen Praxis ist zunächst ein leistungsstarkes Netzwerk (LAN oder WLAN) mit einem schnellen Server Grundvoraussetzung. Dazu gehört eine solide Absicherung der Daten, einerseits durch eine Firewall gegen außen, andererseits durch Speicherlösungen mittels Network Attached Storage (NAS) – in-house oder extern. Die Idee, ein vom Internet abgekoppeltes Netzwerk zu erstellen und dann noch effizient zu arbeiten, ist heute nicht mehr vorstellbar. Zu

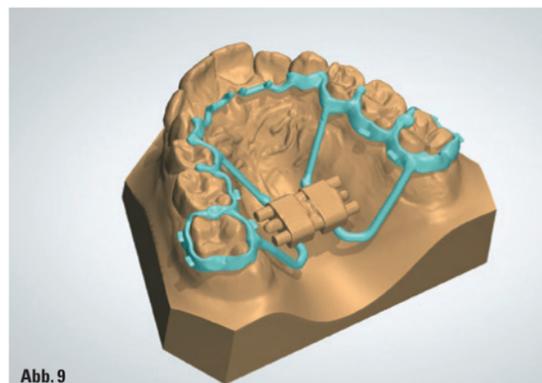


Abb. 9



Abb. 10

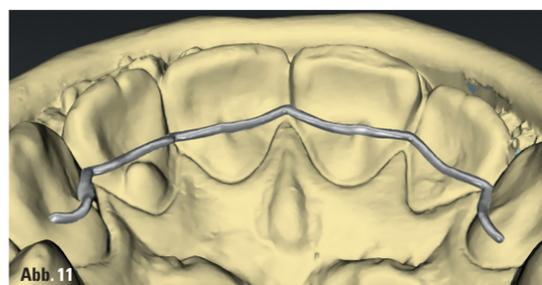


Abb. 11



Abb. 12

**Abb. 9:** Hyrax mit Zungenspikes. – **Abb. 10:** Reduzierter Scan für die Retainerherstellung. – **Abb. 11:** Retainerdesign. (Quelle: Hostettler Dental AG Huttwil, Schweiz) – **Abb. 12:** Gefräster Retainer.

**Produktionsablauf einer CAD/CAM-Apparatur von A bis Z**

**Forcierte Dehnapparatur (Hyrax, GNE)**

Die Praxis des Autors ist mit einem Kabelnetzwerk sowie einem kabellosen Netzwerk ausgerüstet. Die fixen Rechner von Empfang, Büro, Röntgen und Scans sind am Kabelnetzwerk angeschlossen. Alle Behandlungszimmer sind mit einem Tablet-Computer (Microsoft Surface Pro4) ausgerüstet, auf denen alle gängigen Programme (z.B. OnyxCeph™, Image Instruments GmbH, Deutschland) installiert sind. Der Unterschied bei diesem Tablet ist, dass es wie ein regulärer Desktop-Rechner und nicht nur mit Applikationen (Apps) funktioniert.

Kommt der Patient in die Praxis, wird er direkt intraoral gescannt. Dies geschieht mithilfe eines TRIOS 2 Scanners (3Shape A/S, Kopenhagen, Dänemark). Je nach Wunsch kann dabei ein Trockenlegungsverfahren zur Anwendung kommen, oder man hält einfach mithilfe eines Mundspiegels die jeweiligen Wangen- oder Lippenanteile von der Scanner Spitze weg.

Der so erstellte 3D-Datensatz wird direkt in die Appliance Designer

Software (3Shape A/S, Kopenhagen, Dänemark) geladen. In diesem Designprogramm ist es möglich, den kompletten Zahnkranz inklusive Weichteile (sofern eingescannt) als starre Oberfläche darzustellen. Somit können nun Klebeflächen direkt durch Umrissdefinition mit der Maus auf dieser Oberfläche, den Zähnen, designt werden (Abb. 2). Anschließend errechnet der Computer die Klebefläche anhand festgelegter Parameter wie Dicke und Abstand zur starren Oberfläche. Die beiden Elemente, welche wie Molarenbänder mit Ausleger nach anterior-palatinal ausgeformt sind, werden mittels Verbinden anterior und posterior über den Gaumen verbunden. Dieser Verbinden kann als runder oder ovaler Steg in beliebiger Dicke erstellt werden. Das aktive Element, in diesem Falle eine Dehnschraube (Snap-Lock Expander, Fa. FORESTADENT, Deutschland) wird ausgespart und nach dem Druckprozess mittels Laserschweißen angefügt. Damit die Dehnschraube präzise passt, wird diese als digitale 3D-Datei in die designte Basisstruktur eingefügt, welches in der realen Welt die passende Aussparung ergibt (Abb. 3).

Entsprechend können alle aktiven Elemente (Federn, Dehn-

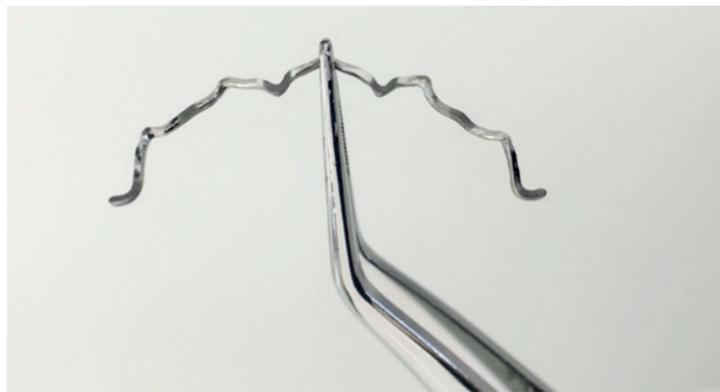


Abb. 13: Retainer vor dem Einsetzen.

schrauben, Herbst-Scharnier-Stege usw.) so in einer Bibliothek gespeichert und nach Bedarf an zu planende Apparaturen angefügt werden.

Zusätzlich werden auf der vom Zahn abgewandten Seite kleine Knöpfchen oder Spikes designt, welche später das Entfernen der Apparatur erleichtern.

Der fertige Datensatz wird in einem Metall-3D-Drucker (Concept Laser, Hoffmann Innovation Group, Deutschland) aus der Metalllegierung (Remanium® Star CL, Fa. Dentaurum, Deutschland) Schicht für Schicht zusammengeschmolzen. Die raue Oberfläche muss anschließend noch maschinell oder von Hand aufpoliert werden. Danach können die benötigten aktiven Elemente

mittels Laserschweißen angefügt werden. Sinnvoll ist hierbei ein Sandstrahlen der Klebefläche, um eine bessere Haftung zu erreichen. Und fertig ist die Apparatur. Dem Patienten wird nach erfolgter Zahnreinigung ein Nola Dry Field System (Fa. Great Lakes Orthodontics, USA) eingesetzt, um ein optimal trockenes Umfeld für das Einsetzen der Apparatur zu schaffen. Die Zahnoberfläche wird mit Etch & Bond (Scotchbond Universal, Fa. 3M Deutschland) vorbereitet, genauso wie beim Applizieren einer Bracket-Zahnspange. Anschließend ist die sandgestrahlte Klebefläche zu silanisieren (Scotchbond Universal, Fa. 3M) (Abb. 4) und mit Transbond XT (Fa. 3M) zu bestreichen (Abb. 5).

Die so vorbereitete Apparatur wird nun im Patientenmund eingesetzt (Abb. 6), entsprechend an die Zähne angepresst (Abb. 7) und mittels Lichtpolymerisation befestigt. Klebeüberschüsse werden am besten vor dem Aushärten entfernt (Abb. 8). Die Behandlung kann nun starten.

Nach Abschluss der Dehn- und Retentionsphase, kann der Kleberand entlang der Apparatur wegpoliert werden. Dies und die damit verbundenen Vibrationen erleichtern das Entfernen der forcierten Dehnapparatur mittels Debonding-Zange. Anschließend werden die Zähne noch von den Kleberesten befreit.

**Weitere Anwendungsmöglichkeiten**

Natürlich sind die Anwendungsmöglichkeiten der CAD/CAM-Produktion mit einer forcierten Dehnung (Graf et al., Am J Orthod Dentofacial Orthop 2017;152: 870-4) noch lange nicht ausgeschöpft. Von der Hyrax über das Herbst-Scharnier bis hin zum Lingualbogen sind viele Apparaturen realisierbar (Graf, APOS Trends Orthod 2017;7:253-9)(8). Implantatgestützte Geräte sind

Fortsetzung auf Seite 7 **KN**

ANZEIGE

**3M Science.**  
**Applied to Life.™**

**3M™ Incognito™ Appliance System**  
**Kursangebote 2018**

|   |                             |           |
|---|-----------------------------|-----------|
| 16. - 17. 03. 2018  | 2-Tages Zertifizierungskurs | München   |
| 13. 04. 2018  | 1-Tages Advanced Kurs       | Neuss     |
| 28. 09. 2018  | 1-Tages Advanced Kurs       | Frankfurt |
| 26. 01. 2018  | 1-Tages Helferinnenkurs     | München   |
| 19. 10. 2018  | 1-Tages Helferinnenkurs     | Neuss     |
| 2-Tages In Office Kurs bei Dr. Germain Becker (Individuell auf Anfrage buchbar) |                             | Luxemburg |
| 1-Tages Praxis-Workshop in Ihrer Praxis (Individuell auf Anfrage buchbar)       |                             |           |



Information und Anmeldung unter:

3M Deutschland GmbH | Frau Daniela Fellner  
Tel.: +49 (0) 8191 9474-5043 | E-Mail: 3MUnitek.Kurse@mmm.com

**Incognito™**  
Appliance System

**FAST UNSICHTBAR**

**UNSICHTBAR:** [www.lingualsystems.de](http://www.lingualsystems.de)

*move to* **WIN**



Abb. 14



Abb. 15

Abb. 14: Retainer, passiv eingesetzt. – Abb. 15: Retainer geklebt und nach Okklusionskontrolle.

#### KN Fortsetzung von Seite 5

ebenfalls möglich, am besten im Verbund mit einfach koppelbaren Implantatsystemen wie die Mini-Pins des Benefit®-Systems (Fa. PSM Medical Solution, Deutschland).

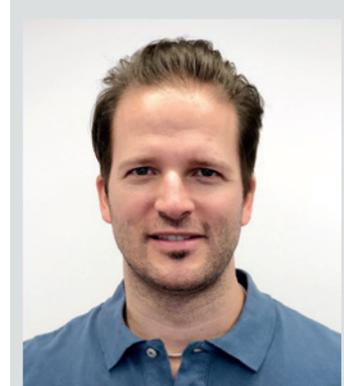
Die abschließende Retention einer Behandlung kann auch im CAD/CAM-Verfahren dreidimensional geplant werden. Dazu kann der Retainer in der gewünschten Dicke aus einem Metallblock gefräst, geschnitten oder mittels 3D-Druckverfahren gedruckt werden. Der digitale Workflow mit intraoralen Scannen bietet noch den zusätzlichen Vorteil, dass nicht der komplette Kiefer gescannt werden muss, sondern lediglich der Bereich, wo der Retainer benötigt wird (Abb. 9 bis 14).

#### Quo vadis?

Die heute verfügbaren Drucker und Programme sind bereits in einer nutzbaren Qualität vorhanden. Allerdings benötigen wir für die Zukunft sicher noch mehr verschiedene druckbare Materialien mit unterschiedlichen Eigenschaften. Eventuell sogar mit der Möglichkeit, verschiedene Materialien in einem Druck zu kombinieren. Dies würde den Arbeitsablauf verkürzen, da es somit eventuell möglich wäre, aktive Elemente mit passiven Teilen zu kombinieren (Wegfall Laserschweißen von aktiven Elementen). Auch ist zu erwarten, dass die Oberfläche der gedruckten Apparaturen immer feiner und präziser wird und somit Elemente druckbar werden, die heutzutage noch gefräst werden müssen. Ebenfalls gibt es bereits heute druckbare, mundbeständige Kunststoffe. Daher ist auch hier ein Ersatz der herkömmlich produzierten abnehmbaren Appa-

turen zu erwarten – mit dem Ziel, die Produktion zu vereinfachen. Auf Ebene der Computerprogramme ist sicher bald mit einer Self Designing Software zu rechnen, bei der es nur noch nötig sein wird, die gewünschte Apparatur anzuwählen, und die Software wird diese dann anhand der digitalen Abformung realisieren. Das Ziel der unaufhaltsam fortschreitenden Digitalisierung sollte es stets sein, die Abläufe und das Handling im Praxisalltag zu vereinfachen. Beispielsweise könnten für den Patienten unnötige Termine reduziert werden, indem z. B. ein einzelner Scan, ein 3D-Röntgen oder vielleicht künftig auch ein MRT für verschiedene Arbeitsschritte genutzt werden kann. **KN**

#### KN Kurzvita

Simon Graf  
[Autoreninfo]

#### KN Adresse

**Simon Graf**  
Praxis für Kieferorthopädie  
Eichenweg 23  
3123 Belp  
Schweiz  
info@smile-ag.ch  
www.smile-ag.ch

Literatur

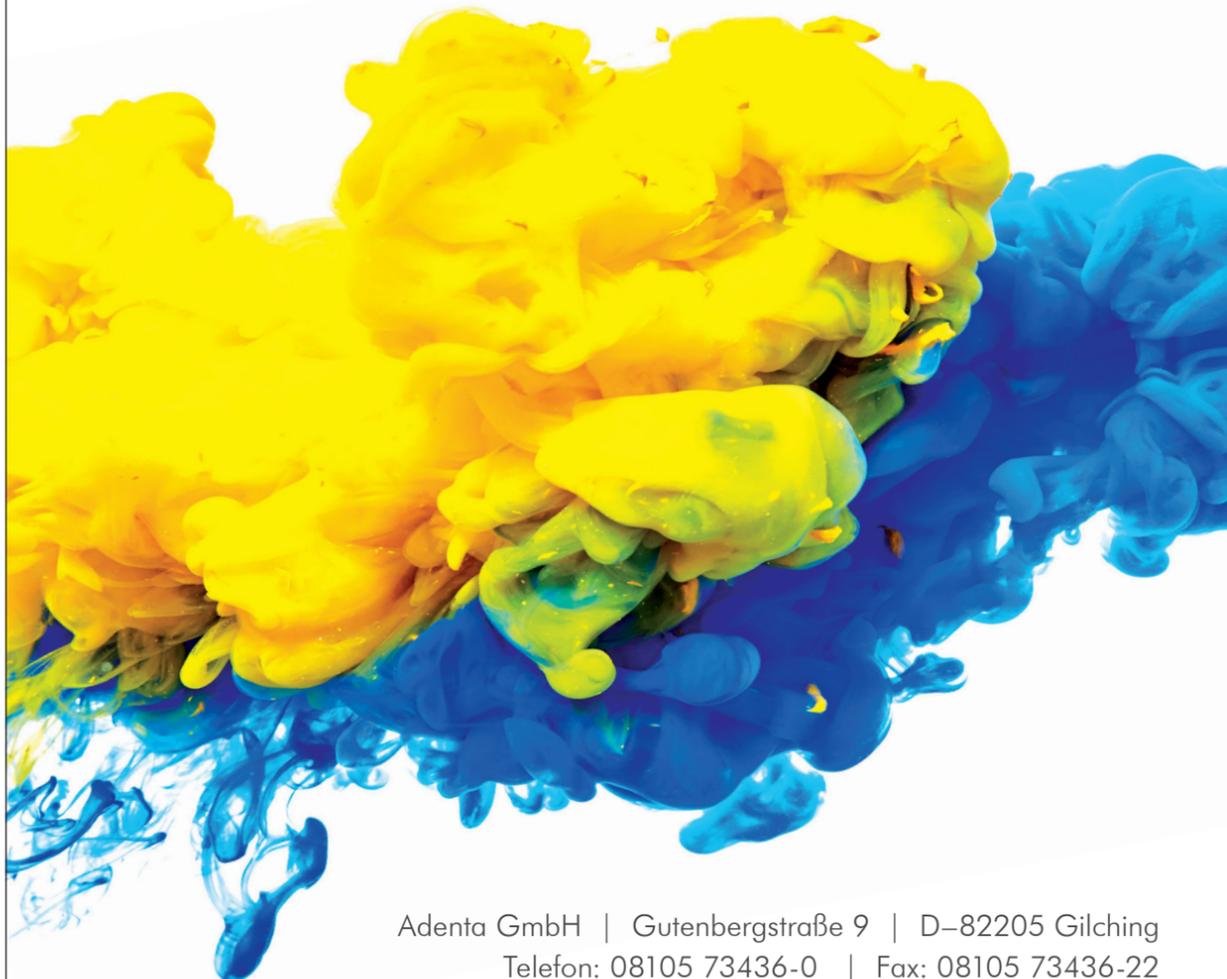


Ab sofort können Sie auch online in unserem neuen Shop bestellen und von **Online-Preisen** profitieren!

Abonnieren Sie noch heute unseren Newsletter und sichern Sie sich Ihren ganz persönlichen **SHOPPING BONUS!**



[www.adentashop.de](http://www.adentashop.de)



Adenta GmbH | Gutenbergstraße 9 | D-82205 Gilching  
Telefon: 08105 73436-0 | Fax: 08105 73436-22  
Mail: service@adenta.com | Internet: www.adenta.de



BRINGING  
GERMAN ENGINEERING  
TO ORTHODONTICS