Laser in der KFO-Praxis – Klinik und Labor (3)

Im dritten Teil unserer Artikelserie widmet sich der Autor dem Laser im kieferorthopädischen Labor.

KN Fortsetzung aus KN 1+2/2016

Der Autor arbeitet mit einem Laserstrahlschweißgerät, welches auf einem stabilen fahrbaren Tisch mit Schubladen steht. Es handelt sich um einen Nd:YAG-Laser mit Stereomikroskop und optisch geschützter Kammer mit Absaugvorrichtung und Schutzgaszuführung. Das Schlüsselkonzept des kieferorthopädischen Laserstrahlschweißens mithilfe des 1.064-nm-Nd:YAG-Lasers ist die besonders hohe Absorption bei Eisen und Stahl (Abb. 1).

Betrachtet man die labortechnische Seite, sind grundsätzlich – je nach Anordnung der Fügepartner – drei verschiedene Stoßarten bei den Schweißverbindungen zu unterscheiden: Parallelstoß, T-Stoß und Stumpfstoß (Abb. 2). Je nach Ausführung der Schweißnaht können drei verschiedene Nahtarten unterschieden werden: die X-Naht, die I-Naht sowie die Kehlnaht (Abb. 3).

Ein wichtiger Tipp des Autors: Für mechanisch stark belastete Verbindungen sollten bei kieferorthopädischen Metallverbindungen aus Stabilitäts- und fertigungstechnischen Gründen Parallelstoß und X-Naht bevorzugt werden.

In Abbildung 4 wird z. B. ein Parallelstoß an einem lingualen Attachment vorbereitet. Der parallele Arm wird hierbei nach Bedarf gekürzt. Wichtig ist es, die Spaltbreite zu reduzieren, da die Spaltüberbrückbarkeit beim Laserstrahlschweißen äußerst gering ist. Auf dem Modell wird auf direktem Weg – on the fly – eine punktförmige Fixierschweißung ausgeführt. Das Werkstück kann dann vom Modell entfernt und noch nachadjustiert werden. Das ist ein überragender Vorteil des Laserstrahlschweißens, bedingt durch die minimale punktförmige Wärmeeinflusszone und die Stabilität der Laserschweißpunkte.

Beidseitig wird anschließend eine raupenförmige Verbindungsschweißung ohne Zusatzmaterial im Sinne einer X-Naht ausgeführt (Abb. 4). Aufgrund der millisekundenschnellen Aufheizung bis zum Schmelzpunkt und der Gefahr der Oxidation ist auf eine ausreichende Schutzgasabdeckung zu achten.

Von unschätzbarem Vorteil ist die rationelle Vor- und Nachbereitung beim Laserstrahlschweißen.

Ähnlich wie bei der Herstellung von herausnehmbaren Apparaturen werden die einzelnen Komponenten (Attachments, Schrauben, Federn, Tubes usw.) auf dem Arbeitsmodell positioniert und mit Klebewachs provisorisch fixiert. Eine Fixierung der Metallteile mit hitzebeständiger Einbettmasse oder eine Abdeckung mit Wärmeschutzpaste – wie bei Lötverfahren notwendig – entfällt. Die notwendige Fixierung auf dem Arbeitsmodell ist aufgrund der geringen Wärmeeinflusszone beim Laserstrahlschweißen extrem erleichtert und hitzeempfindliche Teile, wie z. B. Mikroschrauben, werden geschont.

Die Schweißstellen bleiben aufgrund der Schutzgasumhüllung beim Laserstrahlschweißen metallisch sauber und sind nicht oxidiert. Bei der Ausarbeitung brauchen daher nur die leichten Schmauchspuren poliert zu werden (Abb. 5) – eine Angelegenheit von wenigen Sekunden.

Fortsetzung auf Seite 12 KN

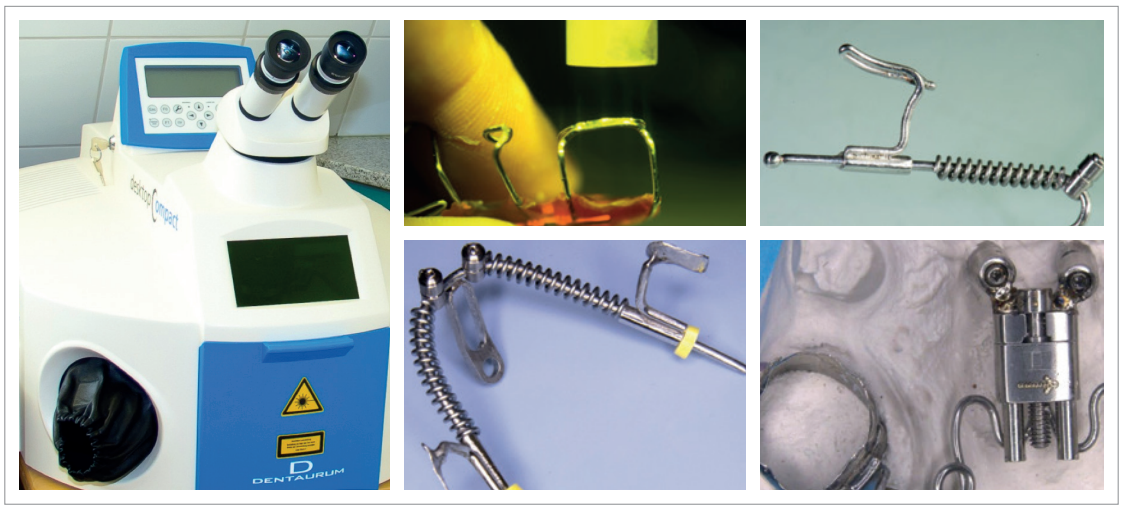


Abb. 1: Einsatz des Lasers im kieferorthopädischen Labor.

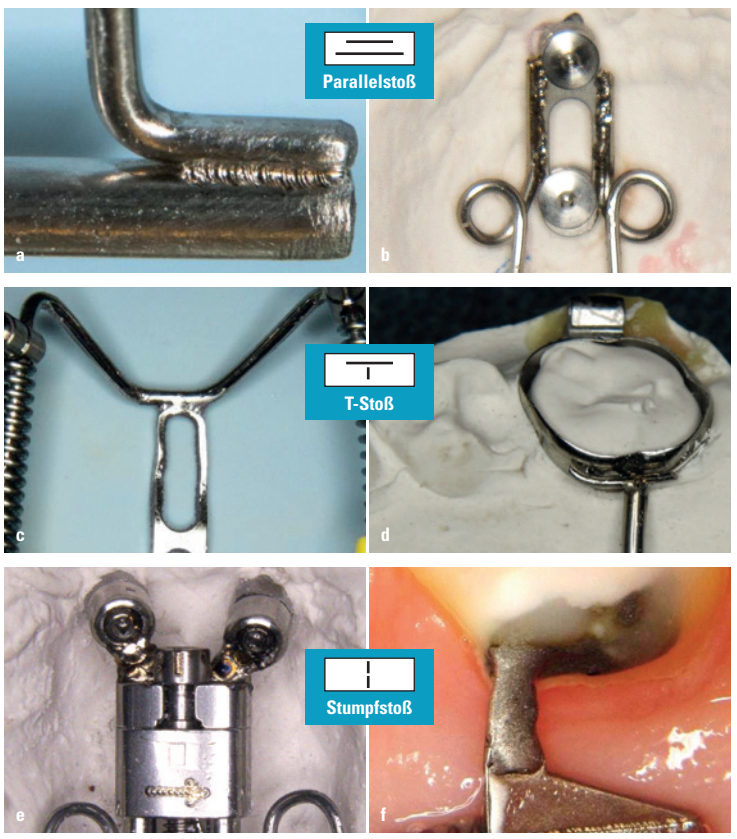


Abb. 2a–f: Schweißverbindungen: Stoßart.

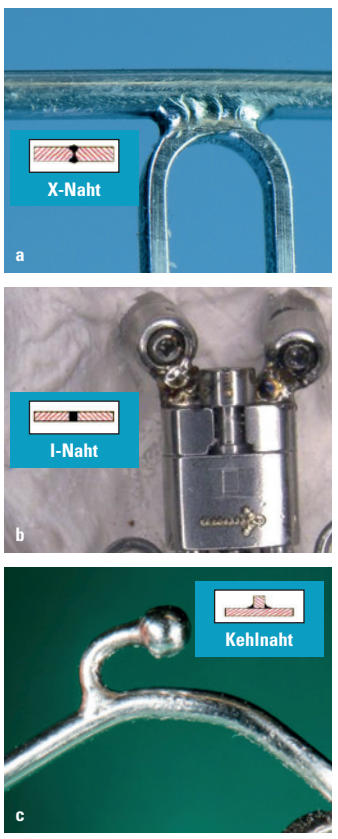


Abb. 3a–c: Schweißverbindungen: Nahtform.

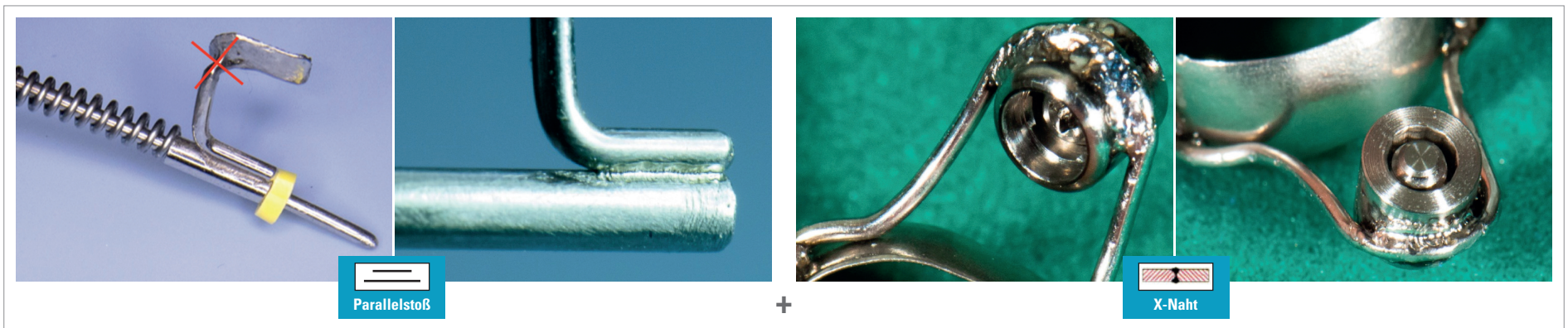
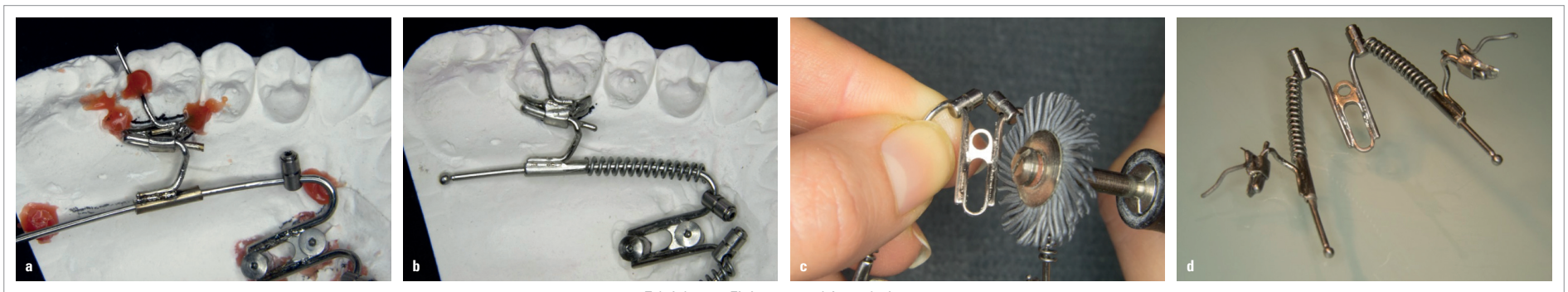


Abb. 4: Schweißverbindungen. Tipp des Autors: Parallelstoß und X-Naht sind kieferorthopädisch stabil und einfach zu fertigen.



Erleichterte Fixierung und Ausarbeitung

Abb. 5a–d: Rationelle Vor- und Nachbereitung dank Lasertechnik. Präzise und kontrollierte Herstellung komplexer Metallapparaturen.

3M Science. Applied to Life.™

Unser Meisterstück der Keramikbrackets

Brillante Ästhetik

dank transluzenter Keramik

Perfekter Tragekomfort

dank flachem Profil und abgerundetem Design

Hohe Stabilität

aufgrund feinkörniger Keramik

Sicheres Debonding

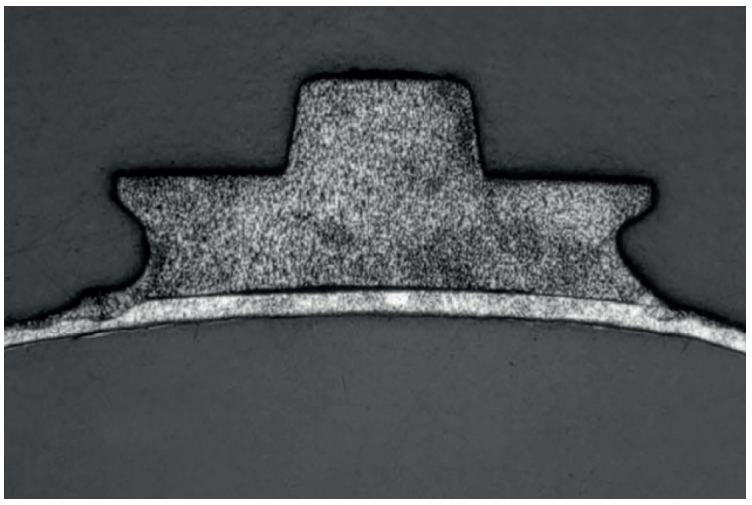
dank einzigartiger Sollbruchstelle

www.3m.de/clarityadvanced

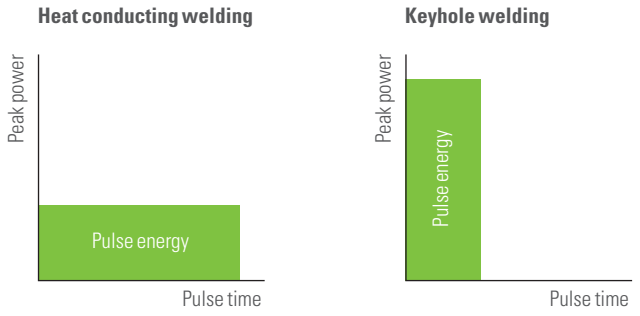
CLARITY™ | ADVANCED
advanced ceramic brackets

KN Fortsetzung von Seite 10

Beim kieferorthopädischen Laserstrahlschweißen handelt es sich technisch um ein sogenanntes Mikroschweißen von Kleinteilen von unter 1 mm Dicke und ein Wärmeleitungsschweißen mit geringer Einschweißtiefe. Nachteilig ist daher die geringe Spaltüberbrückbarkeit (Abb. 6). Bei der Einstellpraxis der Prozessparameter kommt es entscheidend auf die Einstellung der Pulsspitzenleistung, der Pulsenergie und der Pulsdauer für den entsprechenden Fokusdurchmesser an. Die Einschweißtiefe hängt von der Pulsintensität ab. Ab einer bestimmten Erhöhung der Pulsintensität kommt es hier zur Perforation des Bandes. Mittels moderner Pulsformung ist es möglich, das entstehende Schmelzbad zu kontrollieren und zu beeinflussen. Ziel des Vorpulses ist es, eine explosionsartige Überhitzung des Schmelzbades zu vermeiden. Durch den abgeflachten Nachpuls wird ein plötzliches Abkühlen verhindert. Damit werden unerwünschte Porenbildung, Heißrisse und Härterisse ausgeschlossen (Abb. 7).



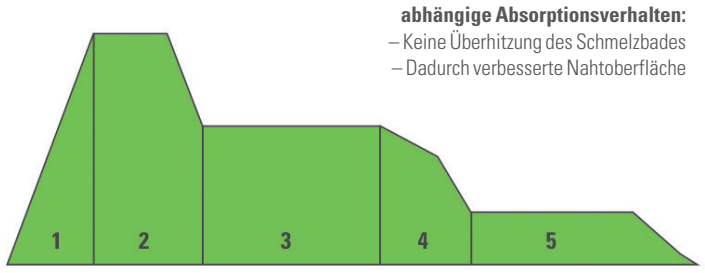
Mikroschweißen
– von Flachteilen < 0,5 mm dick
– Durchmesser von Rundteilen < 1 mm

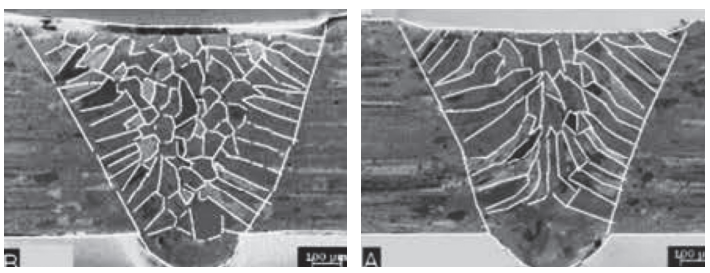


Wärmeleitungsschweißen
– niedrige Pulsspitzenleistungen
– längere Pulse (>15 ms)
– Eindringtiefe ist sehr gering (< Nahtbreite)
– Vorteil: saubere Schweißnaht
– Nachteil: geringe Spaltüberbrückbarkeit

Abb. 6: Kieferorthopädisches Laserstrahlschweißen. Technisches Konzept: Mikroschweißen, Wärmeleitungsschweißen.

Anpassung des Vorpulses an das temperaturabhängige Absorptionsverhalten:
– Keine Überhitzung des Schmelzbades
– Dadurch verbesserte Nahtoberfläche





Kontrolliertes Abkühlen über Nachpulsphase:
– Keine Porenbildung
– Keine Heißrisse
– Keine Härterisse
– Homogeneres Gefüge durch hohe Keimbildung

Abb. 7: Pulsformung für bessere Schweißresultate.

– Crescents
– Knopfanker als Auflage
– Feder mit Loop

Abb. 8: Minutenschnelle Ergänzung einer klassischen Apparatur durch Auflage, Feder, Crescents.

Über eine Fokusaufweitung können die Nahtbreite und Einschweißtiefe gezielt beeinflusst werden. So werden Schweißnähte elegant geglättet und spitze kieferorthopädische Drahtenden können durch ein bis zwei Laserpulse elegant abgerundet werden.
Es folgen ein paar Anregungen zur Laserstrahlschweißtechnik. In Abbildung 8 wurde innerhalb weniger Minuten die Apparatur um eine Auflage und eine Feder ergänzt. Außerdem wurden nach dem Vorbild des Crozat-Gerätes aufgrund niedriger klinischer Kronen Crescents zum verbesserten Halt angelasert.
Ein weiteres Beispiel (Abb. 9) zeigt das Anbringen kugelförmiger Sicherheitsstopps an einer BENEFIT-Apparatur zur Vermeidung einer möglichen Aspiration von gelockerten Teilen. In Abbildung 10 wurde eine Plattenapparatur mittels Crescents und okklusaler Hooks aufgewertet. Die Mundöffnung ist beim Tragen der Gummizüge so weniger eingeschränkt und der Tragekomfort ist verbessert.

Zusammenfassung und Diskussion

Der Lasereinsatz in der kieferorthopädischen Klinik ermöglicht eine prozesssichere, instrumentenarme Ausführung von Behandlungen unter dosisreduzierter Anästhesie. Zudem sind durch seinen Einsatz Schmerzreduktion und Biostimulation, Dekontamination und Desinfektion ohne zusätzliche Hilfsmittel sowie ein minimalinvasives, nebenwirkungsarmes Weich- und Hartgewebemanagement realisierbar. Was die Anwendung von Lasern im Labor betrifft, ermöglicht diese eine rationelle Herstellung und Reparatur mit großer Zeitersparnis; eine korrosionsfeste, biokompatible Fügetechnik ohne Lot sowie mechanisch hochbelastbare, filigrane Verbindungen. Des Weiteren gewährleistet der Lasereinsatz durch die minimale Wärmeeinflusszone einen minimalen Verzug. Die Lasertechnologie steht im Laborbereich für höchstmögliche Präzision und Perfektion. KN

KN Adresse

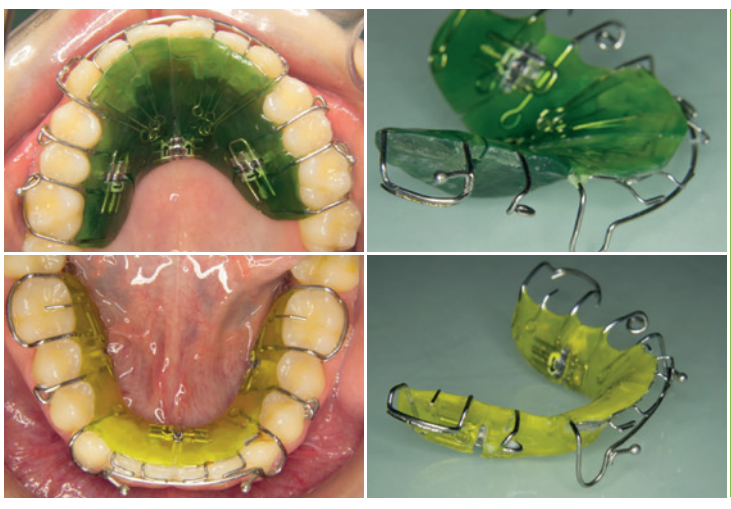
Dr. M.Sc. Peter Kleemann
Gemeinschaftspraxis
Dr. Peter & Patrick Kleemann
Duisburger Straße 84
46535 Dinslaken
Tel.: 02064 13777
info@smartdental.de
www.smartdental.de

KN Kurzvita

Dr. M.Sc. Peter Kleemann
[Autoreninfo]

Kugelförmige Sicherheitsstopps

Abb. 9: Ergänzung einer BENEFIT-Apparatur durch kugelförmige Sicherheitsstopps.



Crescents

Occlusionsnahe
Kl. III-hooks

Abb. 10: Aufwertung einer Plattenapparatur mittels Crescents und okklusaler Hooks.