

# Metallische Fügeverfahren – eine Übersicht

Ein Beitrag von Joachim Mosch<sup>1</sup>, Ztm. Andreas Hoffmann<sup>2</sup> und Dr. Michael Hopp<sup>3</sup>

Bis jetzt haben sich die Autoren Mosch, Hoffmann und Hopp in ihrer Beitragsserie mit dem „phaser“-/Laserschweißen im Dentallabor und den offensichtlichen Unterschieden zwischen Schweißen und Löten beschäftigt. Dabei hatten sie besonders betont, dass die wichtigste Voraussetzung für erfolgreiches Schweißen darin liegt, die alten Regeln der Löttechnik möglichst zu „vergessen“. Weiterhin wurde das kompakte Durchschweißen mit der „Hohlkammernaht“ verglichen und es wurde besprochen, wie man Verzug sowohl verhindern als auch nutzen kann. Schließlich wurde das „Legosteinprinzip“ als Methode, um Brückenteile aus unterschiedlichen Legierungen sauber und homogen zu verschweißen, vorgestellt. Im dritten Teil dieser Serie soll nun erläutert werden, welche Schweißdrähte als Zusatzwerkstoff für welche Legierungen zu verwenden sind. Außerdem werden weitere alternative Möglichkeiten zum Trennen und Schweißen von Brücken gezeigt. Schließlich wird die Vorgehensweise bei „Hybrid“-Schweißungen (Verbindung von EM- und EMF-Legierungen) erläutert.

**Indizes:** Fügeverfahren, Löten, Schweißen, Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG), primotec phaser mx1, Laserschweißen, Lichtbogenschweißen, Dentallegierungen, Reinelemente

## Wahl der richtigen Schweißdrähte

Gegenwärtig werden auf dem Markt über 1.400 Dentallegierungen angeboten. Um einen besseren Überblick zu bekommen, können diese Legierungen in folgende Legierungsgruppen eingeteilt werden:

- q Hochgoldhaltige Legierungen
- q Goldreduzierte Legierungen
- q Palladiumbasislegierungen
- q Silber-Palladium-Legierungen
- q Kobalt-Chrom-Legierungen
- q Nickel-Chrom-Legierungen

Als „reine Metalle“ kommen folgende Elemente in der Zahnheilkunde zur Anwendung:

- q Titan
- q Gold 99,9 Prozent (Reinheit) für galvanische Verfahren oder Feingoldguss

Wie in der Norm DIN 13972-2 (1,2) gefordert, müssen Schweißdrähte aus der gleichen Legierung oder zumindest aus dem gleichen Legierungstyp bestehen wie das Ausgangsmaterial, das man schweißen will. Diese Schweißdrähte können entweder direkt im Labor gegossen werden – dies gilt allerdings nicht für alle Legierungsgruppen – oder bei den Legierungsherstellern als so genannte „Laser-



Abb. 1  
Ein approximaler Kontaktpunkt wird aufgebaut. Der Zulegedraht (Laserdraht) ist aus der gleichen hochgoldhaltigen Legierung wie die Gusskrone.



Abb. 2  
Ein Loch in einer Krone aus einer goldreduzierten Legierung muss zugeschweißt werden. Der Schweißdraht wird je nach Situation in oder über das Loch gelegt.



Abb. 3  
Abhängig von der Materialstärke im Lochrandbereich, kann das Loch mit einem einzigen phaser-Impuls geschlossen werden.



Abb. 4 Bruchbild durch die Laserschweißung einer Pd-Basis-Legierung. REM Darstellung.



Abb. 5 Detaildarstellung von Probe Abb. 4 mit eichelförmigen Ausscheidungen, REM-Darstellung.

Schweißdrähte“ bestellt werden. Da diese Drähte nach Gewicht verkauft werden, ist es in der Praxis kostengünstiger, sie von den Legierungsherstellern zu beziehen als sie selbst im Labor zu gießen.

**Man macht es sich in der Regel nicht bewusst, aber die teuersten Dentallegierungen pro Gramm sind die Lote!**

Da die Schweißdrähte für die verschiedenen Legierungsgruppen jeweils bestimmte Spezifikationen erfüllen müssen, soll jede dieser Gruppen individuell betrachtet werden.

**1. Hochgoldhaltige und goldreduzierte Legierungen**  
Diese Legierungen sind im Allgemeinen sehr ein-

fach mit dem phaser/Laser zu schweißen (Abb. 1 bis 3). Die Hersteller bieten für diese Legierungen Schweißdrähte in verschiedenen Stärken an. Alternativ kann man im Labor auch eigene Drähte gießen.

**2. Palladiumbasis- und Silber-Palladiumlegierungen**  
Diese Legierungsgruppen lassen sich wie auch vom Löten her bekannt, nicht so einfach schweißen wie hochgoldhaltige Legierungen. Besonders Palladiumbasislegierungen mit einem hohen Anteil an Gallium oder anderen niedrigschmelzenden Elementen führen beim Schweißen zur Ausscheidung metallischer Phasen (Abb. 4 und 5 zeigen eichelförmige Phasenseparierungen im äußeren Bereich der Schweißwurzel).

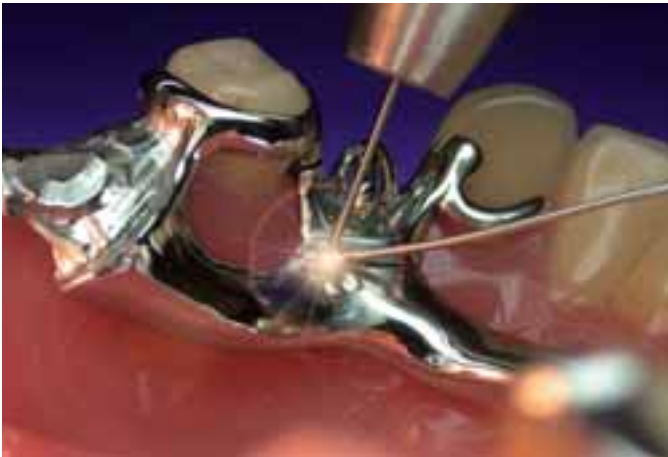


Abb. 6 und 7 Für Co-Cr-Schweißungen sind immer gezogene, kohlenstofffreie Drähte als Zusatzwerkstoff zu verwenden.

**Beim Schweißen von Pd-Basis und Silber-Palladiumlegierungen lassen sich die besten Ergebnisse erzielen, wenn man hochgoldhaltige Schweißdrähte verwendet.**

Da Silber-Palladiumlegierungen (AgPdAu) auch etwas Gold enthalten, können Drähte der gleichen Art verwendet werden, obwohl hochgoldhaltige Schweißdrähte auch für diese Legierungsgruppe die bessere Wahl sind.

### 3. Kobalt-Chrom-Legierungen

Um Co-Cr-Legierungen erfolgreich schweißen zu können, ist die Verwendung von maschinell gezogenen, kohlenstofffreien Schweißdrähten ein absolutes Muss. Der Gebrauch von selbstgegossenen Co-Cr-Drähten führt aufgrund des Kohlenstoffgehalts unweigerlich zum Misserfolg, denn ein erhöhter Kohlenstoffanteil bewirkt, dass die Schweißnaht brüchig und spröde wird.

### 4. Nickel-Chrom-Legierungen

Nickel-Chrom lässt sich einfach und mühelos schweißen. Obwohl bei Nickel-Chrom-Legierungen selbst gegossene Drähte ohne Probleme verwendet werden können, ist es bequemer und sehr wahrscheinlich auch wirtschaftlicher, wenn man die vom Legierungshersteller angebotenen, maschinell gefertigten „Laser“-Drähte verwendet.

### 5. Titan

Genau wie bei den Co-Cr-Legierungen ist auch bei Titan die Verwendung von maschinell hergestellten Schweißdrähten ein absolutes Muss. Verwendet man diese industriell gefertigten Reintitan-Schweißdrähte, lässt sich Titan problemlos schweißen (3), vorausgesetzt, die Argon-Schutzgasdüsen (Laser) sind genau auf die Schweißstelle ausgerichtet und sorgen für eine saubere Argongasabdeckung (4). Dieses Problem stellt sich beim primotec phaser mx1 nicht, da das Argon durch das Handstück direkt auf die Schweißstelle geführt wird. Die Schutzgasabde-

ckung ist dann korrekt, wenn der Schweißpunkt auf Titan silberglänzend ist. Verfärbt sich der Schweißpunkt während des Schweißens blau, hat Titan mit Sauerstoff reagiert. Weist er eine gelbliche Verfärbung auf, hat die Schmelze mit Stickstoff reagiert. Beide Gase sind Bestandteile der Luft. Die Verfärbungen deuten darauf hin, dass eine Reaktion mit Luft stattgefunden hat. Das bedeutet wiederum, dass der Schweißbereich nicht korrekt mit Argon-Schutzgas abgedeckt wurde.

Anmerkung: Yilmaz et al. zeigten in ihrer Studie, dass geschweißte EMF-Legierungen zur Keramikverblendung und Titan eine doppelt so hohe Stabilität aufwiesen wie gelötete EMF-Prüfkörper (5).

### 6. Gold (99,9 Prozent Reinheit) für galvanische Verfahren oder Feingoldguss

Diese Käppchen müssen im Allgemeinen nicht geschweißt werden. Sollte es dennoch erforderlich sein, empfiehlt es sich einen dünnen (0,2 mm – 0,3 mm) Golddraht von ähnlicher Reinheit zu verwenden. Diese dünnen Golddrähte müssen vom Legierungshersteller bezogen werden, da es eher schwierig ist, solch geringe Drahtstärken im Labor zu gießen.

### 7. Drahtstärken

Im Allgemeinen bieten die Legierungshersteller industriell gefertigte Drähte in beliebigen Durchmesser zwischen 0,2 mm und 1,2 mm (abhängig von der Legierung) an. Da diese Drähte beim Schweißen vorwiegend zum Auffüllen verwendet werden, muss es möglich sein, den Draht vollständig aufzuschmelzen, ohne dabei den Draht oder die Legierung zu überhitzen. Für diesen Zweck haben sich Drähte mit einem Durchmesser zwischen 0,2 mm und 0,5 mm am besten bewährt. Ein dickerer Draht erfordert mehr Energie um ihn vollständig zu schmelzen. Dies kann zu einer unnötigen Überhitzung der Legierung führen. Auf dem Markt sind in der Regel Wachsprofile zum Gießen der Drähte ab einem Durchmesser von 0,6 mm erhältlich. Dies ist aber fast schon zu dick.

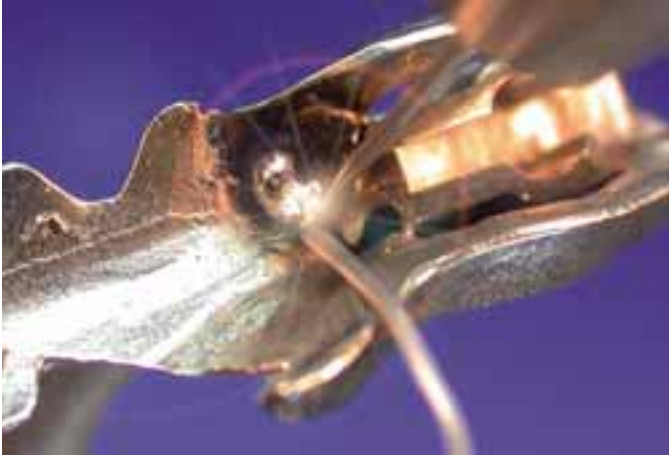


Abb. 8 Ein hochgoldhaltiges Geschiebe wird in einen Co-Cr-Modellguss geschweißt. Als Zulegematerial dient gezogener, kohlenstofffreier Co-Cr-Draht.



Abb. 9 Ein typischer Fall: Sekundärkrone an Modellguss. Die ersten Fixierimpulse werden in der Regel ohne Zulegematerial gesetzt.

Es empfiehlt sich hier, eher eine Angelschnur aus Nylon zum Gießen zu verwenden. Sie ist in allen erforderlichen Stärken erhältlich, leicht einzubetten und brennt zudem sauber aus. Es bleibt allerdings fraglich, ob das Gießgerät im Labor derart dünne Strukturen überhaupt gießen kann. Zieht man all diese Gesichtspunkte in Betracht, scheint der Kauf von vorgefertigten Drähten des Legierungsherstellers tatsächlich die bessere Alternative zu sein.

#### 8. Welcher Draht ist für Hybridschweißungen zu verwenden?

Bis jetzt haben wir die Qualität der Schweißdrähte erörtert, die verwendet werden, wenn die zu verschweißenden Teile aus der gleichen Legierung hergestellt wurden. Tabelle 1 (folgende Seite) fasst diese Information grundsätzlich zusammen. Es stellt sich aber die Frage, welchen Zulegedraht man verwendet, wenn eine hochgoldhaltige Legierung mit einer Co-Cr-Legierung verschweißt werden soll, zum Beispiel bei Geschiebe- oder Doppelkronenarbeiten (Abb 8 und 9)?

Das folgende „Gedankenspiel“ soll zum Verständnis der Mechanismen beitragen und erklären, weshalb man für eine Hybridschweißung Co-Cr-Draht verwendet und nicht Gold: Nehmen wir einmal an, dass der Fußboden in einem Zimmer aus Kobalt-Chrom besteht. Wir nehmen einen Eimer geschmolzenes Gold – wäre schön zu haben – und gießen ihn über den Boden aus. Was geschieht? Das Gold kühlt ab, wird fest und kann dann problemlos in einem Stück vom Co-Cr-Boden abgehoben werden. Da der Schmelzpunkt von Gold weit unter dem Schmelzintervall der Co-Cr-Legierung liegt, kann das flüssige Gold unmöglich die Co-Cr-Legierung zum Schmelzen bringen und so die beiden Werkstoffe miteinander vermischen. Wenn aber nun der Boden aus Gold wäre – was sicherlich noch schöner wäre – und wir einen vollen Eimer geschmolzener

Kobalt-Chrom-Legierung darüber ausgießen würden, dann wäre es nach dem Abkühlen und Erstarren der Co-Cr-Legierung unmöglich, diese vom goldenen Boden abzuheben. Der Grund dafür ist einfach: Das Schmelzintervall der Co-Cr-Legierung liegt wesentlich höher als der Schmelzpunkt von Gold. Infolgedessen besitzt die geschmolzene Kobalt-Chrom-Legierung eine ausreichend große Energiereserve um das Gold zu schmelzen. An diesem Punkt werden sich die Co-Cr-Legierung und das Gold vermischen, abkühlen und miteinander „verschweißt“ beziehungsweise verschmolzen bleiben.

Aus diesem „Gedankenspiel“ können wir folgende Regel ableiten:

**Bei Hybridschweißungen sollte als Zusatzwerkstoff immer ein Draht, der Legierung mit dem höheren Schmelzintervall verwendet werden.**

#### Eine andere Art der Hybridschweißung: Anfügen von gegossenen Brückenelementen an Galvano-Kronen

Auf Basis der vorangegangenen Erläuterungen und der Regel für Hybridschweißungen können wir also festhalten, dass es bei dieser Schweißaufgabe notwendig ist, auf die gegossene Legierung zu zielen, weil das Schmelzintervall der gegossenen Legierung in der Regel höher liegt als der Schmelzpunkt der Galvano-Goldkappchen. Die geschmolzene Gusslegierung bringt letztlich das Goldkappchen zum Schmelzen (nicht der eigentliche Schweißimpuls), was zur Vermischung der beiden Teile führt. Für die Praxis heißt das also, wenn man in dieser Übergangszone zwischen dem gegossenen Brückenelement und dem Goldkappchen arbeitet, muss der phaser mx1 auf die korrekten Parameter

Legierung	Grundzusammensetzung	Schweißbarkeit	Zusatzwerkstoff
Hochgoldhaltige Legierungen	AuTi AuAgCu AuPdAg AuPtAg AuAgPt (Universallegierungen)	++ - +++	Hochgoldhaltige Legierungen in Drahtform (legierungs- und gruppenidentisch) AuTi-Drähte (99,7 Prozent Au)
goldreduzierte Legierungen	AuAgPd AuPdAg	++	legierungsidentische Schweißdrähte
Palladiumbasislegierungen	PdAgAu PdCuGa	+	legierungsidentische Schweißdrähte, hochgoldhaltige Legierungen in Drahtform
Silber-Basislegierungen	AgPdAu	++	legierungsidentische Schweißdrähte
Kobalt-Basis-Legierungen	CoCrMo CoNiCrMo	+++	kohlenstofffreie CoCr-Schweißdrähte
Nickel-Basis-Legierungen	NiCrMo	+++	legierungsidentische Schweißdrähte
Titan	cpTi	+++	Titan-Drähte und -Profile
Galvano-Gold (99,9 Prozent)	Au 99,9 Prozent	+++	Au-Drähte, AuTi-Drähte (99,7 % Au) hochgoldhaltige Legierungen in Drahtform

Tabelle 1  
Zusammenfassung der für die jeweiligen Legierungen (oder Metalle) zu verwendenden Schweißdrähte

(Leistung und Zeit) für die gegossene Legierung eingestellt sein, da die Schweißimpulse stets auf die gegossene Legierung gerichtet werden. Wenn der Impuls stattdessen auf den Spalt zwischen dem gegossenen Element und der Kappe gerichtet wird, ist es hoch wahrscheinlich, dass man die Kappe durchlöchert.

Da das gegossene Brückenelement normalerweise recht genau auf den Käppchen sitzt, ist es meistens nicht nötig, einen Zulegedraht zu verwenden. Sollte er dennoch gebraucht werden, dann würde man einen Draht aus derselben Legierung wie das Gussobjekt wählen. Die Abbildungen 10 bis 16 zeigen das schrittweise Vorgehen für diesen Fall und das metallurgische Ergebnis.

Abb. 10  
Das fertige Käppchen wird auf das Modell gesetzt.





Abb. 11 Das gegossene Brückenelement wird auf das Käppchen gesetzt.



Abb. 12 Die ersten Schweißimpulse werden immer dort gesetzt, wo der Spalt zwischen dem Käppchen und dem Brückenelement am geringsten ist.



Abb. 13 Es ist wichtig, stets auf die gegossene Legierung zu zielen und nicht auf die Käppchen oder auf den Spalt dazwischen. Es können mehrere Impulse an der gleichen Stelle erforderlich sein, bis die gegossene Legierung schmilzt, dann das Gold zum Schmelzen bringt und so beide Teile miteinander verbindet.



Abb. 14 Sobald das Brückenelement und die Käppchen an mehreren Stellen miteinander verschmolzen sind, werden die Nähte geschweißt. Sollte der Spalt in Teilbereichen zu groß sein ...



Abb. 15 ... verwendet man den Schweißdraht für die gegossene Legierung, um die Lücke zu füllen. In diesem Fall ist es wichtig, stets auf den Draht zu zielen.



Abb. 16 Wenn korrekt geschweißt wurde, verschmilzt die gegossene Legierung sehr gut mit den Goldkäppchen (metallurgischer Schnitt, Hellfeld, 100x vergrößert).



Abb. 17 Relativ breiter Trennspalt zwischen dem Eckzahn und dem ersten Prämolaren sowie zwischen dem ersten und dem zweiten Prämolaren.



Abb. 18 Zuerst wird ein zapfenförmiger Bohrer verwendet.



Abb. 19 Anschließend wird ein paralleler Rundbohrer der gleichen Größe wie der vorgesehene Einlagendraht verwendet.



Abb. 20 Als abschließender Vorbereitungsschritt werden geeignete Drähte aus derselben Legierung eingesetzt.

### Alternative Methoden zum Trennen und Fügen von Brücken

Es wurden nunmehr bereits einige Methoden zum Trennen und Fügen von „schaukelnden“ Brücken diskutiert (Schnitt durch die Krone, durch das Brückenglied, interdental usw.). Dabei wurde bis jetzt immer davon ausgegangen, dass der Techniker die Brücke im Labor mit einer dünnen Trennscheibe das heißt mit einem sauberen Schnitt durchtrennt hat. Wird die schlechte Passung aber erst in der Zahnarztpraxis bemerkt, weil die Brücke gut auf dem Modell saß, jedoch nicht im Mund des Patienten, kann der Schnitt, aufgrund der verwendeten Trennscheibe sehr viel breiter ausfallen (Abb.

17). Einen breiten Trennspalt Schuss für Schuss mit Zulegedraht aufzufüllen ist im Allgemeinen nicht besonders effizient. Alternativ könnte auch ein Passstück gegossen werden, aber auch das ist eher zeitaufwändig. Eine effiziente Lösung ist stattdessen ein oder zwei Löcher mit einem Durchmesser von 1,0 mm bis 1,5 mm (je nach Breite des Trennschnittes) direkt in den Spalt hineinzubohren, um dann einen Draht mit dem gleichen Durchmesser und aus der gleichen Legierung einzusetzen (die so genannte „Drahtstifttechnik“, Abb. 18 bis 20). Damit lässt sich ein breiter Trennspalt ohne größeren Aufwand mit Material füllen, ohne dass Schuss für Schuss dünner Zulegedraht aufgebaut werden muss.



Abb. 21 Der „Joker“-Schweißassistent von primotec



Abb. 22 Der Joker fixiert die beiden zu verschweißenden Teile, wobei die abkühlende Schmelze dazu gezwungen wird, nach unten hin zu schrumpfen (siehe zweiter Teil dieser Serie, dd 1/05 Seite 95, Abb. 19).



Abb. 24 und 25 Das Gerüst nach dem Schweißen mit perfektem passiven Sitz, der ohne großen Aufwand erzielt wurde.



Abb. 23 Sind die Fixierungspunkte gesetzt, kann man gut ohne Modell arbeiten.



Im zweiten Teil dieser Beitragsserie wurden bereits die Mechanismen des Verzugs und die möglichen Gegenmaßnahmen beschrieben. In der Zwischenzeit hat primotec den „Joker“-Schweißassistenten entwickelt (Abb. 21), – als ultimatives „kinderleicht“ zu benutzendes Werkzeug, um Verzug beim Schweißen mit dem phaser mx1 oder einem Laser zu vermeiden. Wie der Joker im Einzelnen funktioniert, soll im nächsten Teil dieser Serie beschrieben werden. Da dieses Implantatgerüst erst kürzlich hergestellt wurde, konnte der „Joker“ zum einfachen und verzugsfreien Schweißen eingesetzt werden (Abb. 22).

Sobald der Joker korrekt platziert, und mit jeweils einem Punkt an jedes der zu verbindenden Teile geschweißt wurde, genügen zwei Fixierungsimpulse mit dem Gerüst auf dem Modell. Danach kann das Gerüst vom Modell genommen und sozusagen „freihändig“ fertig geschweißt werden (Abb. 23). Der „Joker“ ermöglicht es selbst dem unerfahrenen Techniker mit dem phaser mx1 oder einem Laser Schweißarbeiten mit perfekter passiver Passung auszuführen (Abb. 24 und 25).





Abb. 26 bis 28 Das neue Meistermodell mit den getrennten Gerüstteilen in situ. Im Vergleich zu einer normalen Brücke mit durchschnittlichen Dimensionen der interdentalen Verbinder von 3 mm x 3 mm, waren die Verbinder dieses Gerüstes zirka 7 mm breit und 5 mm hoch.



Abb. 29 Nach dem Schnitt war zwischen den beiden Teilen eine Stufe von mehr als einem Millimeter entstanden.



Abb. 30 Bevor die Löcher gebohrt werden, müssen die beiden zu verschweißenden Teile mit dem gleichen definierten Drehmoment auf das Modell geschraubt werden, wie es der Zahnarzt später im Mund des Patienten einsetzen wird.

### „Drahtstifttechnik“

Fallbeschreibung: Um ein Höchstmaß an Präzision und passiver Passung zu erzielen, wurde beschlossen, die Titansuprastruktur dieser Oberkieferimplantatarbeit mittels CAD/CAM-Frästechnologie herzustellen. Nach dem Fräsen saß das Gerüst, wie erwartet, perfekt auf dem Modell. Aber bei der Einprobe passte das Gerüst leider nicht im Mund des Patienten. Offensichtlich war entweder während der Abformung oder bei der Herstellung des Meistermodells ein Fehler unterlaufen (es war definitiv kein Fehler des CAD/CAM-Gerätes). In der Konsequenz wurde das Gerüst in der Zahnarztpraxis mit einer Trennscheibe getrennt, eine neue Abformung mit den beiden Gerüstteilen, die einzeln perfekt saßen, gemacht und ein neues Meistermodell hergestellt (Abb. 25 bis 28).

Obwohl der Trennspalt breit war, die Dimension der interdentalen Verbinder 5 mm x 7 mm betrug und nach dem Trennen eine erhebliche vertikale Stufe zwischen den Teilen entstanden war (Abb. 29), wurde beschlossen, unter Anwendung der Drahtstifttechnik vollflächig zu verschweißen (keine Hohlkammernaht). Es ist dabei wichtig, dass bereits beim Bohren der Löcher zur Aufnahme der Stifte



die beiden Schweißobjekte mit dem gleichen Drehmoment auf dem Modell festgeschraubt sind, wie es der Zahnarzt später im Mund des Patienten einsetzen wird (Abb. 30 und 31). Anschließend wer-

Abb. 31 Die beiden Drahtstifte sind eingesetzt. Da der Spalt breiter als hoch war, wurden die Löcher zur Aufnahme der Drahtstifte horizontal gebohrt.



Abb. 32 und 33 Ein Draht wird in die untere Rille des einen Brückenelements geschweißt, während der andere Drahtstift in die obere Rille des anderen Schweißobjektes geschweißt wird.



Abb. 34 Es genügt, wenn man zwei Verbindungsschweißpunkte palatinal setzt (zwischen jedem Drahtstift und der anderen Seite), um die korrekte Position zusätzlich zu stabilisieren.

Abb. 35 Um die beiden Teile vollflächig verschweißen zu können, wird bukkal eine zirka 1-2 mm tiefe Rille gefräst.



Abb. 36 Das Gerüst wird bukkal „von innen nach außen“ geschweißt.

den die Schrauben wieder gelöst und die Drahtstifte jeweils an eines der beiden Teile geschweißt (Abb. 32 und 33).

Nun ist alles für die abschließenden Arbeitsschritte vorbereitet. Die Schrauben müssen wieder mit dem gleichen Drehmoment, wie später im Mund des Patienten angezogen werden. Da die beiden miteinander zu verschweißenden Teile sicher in ihrer Position verschraubt sind, ist die Anwendung des „Joker“-Schweißassistenten in diesem Fall nicht notwendig. Zuerst werden palatinal zwei Schweißpunkte gesetzt (Abb. 34). Dies ist tatsächlich das erste Mal während des gesamten Arbeitsablaufs, dass die beiden Teile miteinander verbunden werden. Anschließend werden die bukkal überstehenden Drahtstifte abgetrennt und eine zirka 1-2 mm tiefe vertikale Rille mit einer für Titan geeigneten Fräse angelegt (Abb. 35). Diese Rille entspricht der „Abschrägung“, die bei der interdentalen Schweißtechnik eingesetzt wird (siehe Teil 2 dieser Serie, dd 1/05, Seite 94). Nun wird das Gerüst mit Rein-Titan-Schweißdraht als Zulegematerial bukkal von innen nach außen verschweißt (Abb. 36). Auch hier ist kein Verzug durch das Schweißen zu erwarten, weil die Schweißobjekte sicher auf dem Modell festgeschraubt sind. Schließlich wird

#### Produktliste

**Indikation**  
Phaserschweißen

**Name**  
primotec phaser mx1

**Hersteller/Vertrieb**  
primotec

die gleiche Vorgehensweise palatinal (gegebenenfalls auch von okklusal und basal) wiederholt (Abb. 37). Das Ergebnis ist eine effiziente und sichere Vollschweißung bei einem eher ungewöhnlichen Fall.

**Anmerkung:** Obwohl alle in diesem Beitrag gezeigten Arbeiten mit dem primotec phaser mx1 (Abb. 38) geschweißt wurden, gelten die gleichen Regeln und Verfahren auch für das Laserschweißen.

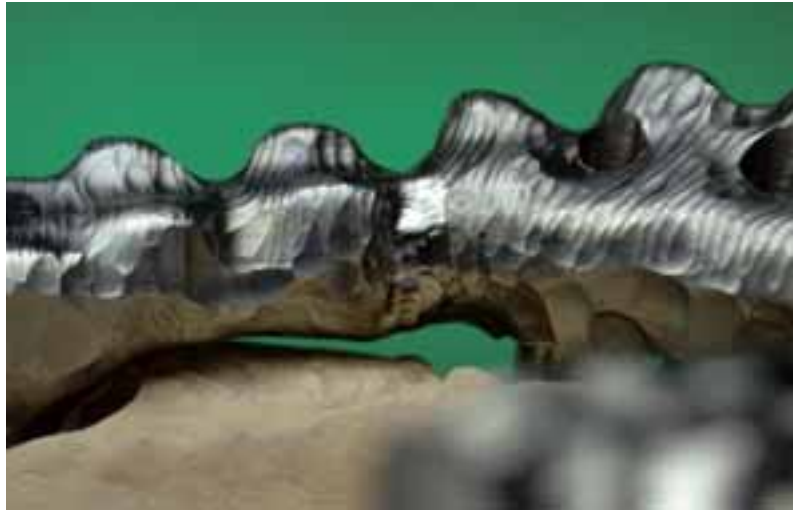


Abb. 37 Sobald die palatinale Hälfte auf die gleiche Weise geschweißt worden ist wie die bukkale Seite, ist die Arbeit fertig.



Abb. 38  
Der primotec phaser mx1.

## Literatur

- [1] DIN 13972-2: Qualitätssichernde Maßnahmen beim Laserschweißen: Teil 1: Laserschweißen im Dentallabor (Part 1 – Laser welding in dental laboratories); Beuth-Verlag Berlin 2001
- [2] DIN 13972-2: Qualitätssichernde Maßnahmen beim Laserschweißen: Teil 2: Laserschweißbeignung von identischen und artgleichen metallischen Werkstoffen (Quality assurance during laser welding – Part 2: Suitability of identical and similar metallic dental materials for laser welding); Beuth-Verlag Berlin 2001
- [3] Chai T, Chou CK: Mechanical properties of laser-welded cast titanium joints under different conditions; J Prosthet Dent 79, 477 – 483 (1998)
- [4] Sjögren G, Andersson M, Bergman M: Laser welding of titanium in dentistry; Acta Odontol Scand 46, 247 – 253 (1988)
- [5] Yilmaz H, Demirel E, Dincer C, Päßler K, Bek B: Vergleichende Untersuchung an Füge-techniken von gegossenem Titan und zwei edelmetallfreien Dentallegierungen; QZ 25, 769 – 774 (1999)

## Zu den Personen

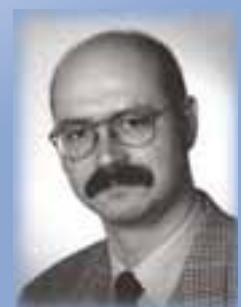
Joachim Mosch absolvierte eine zahntechnische und kaufmännische Ausbildung und war danach 18 Jahre lang in der Europazentrale eines amerikanischen Dentalunternehmens beschäftigt. Im Jahr 2000 gründete er sein eigenes Unternehmen (primotec). Joachim Mosch publizierte in Fachmedien zahlreiche Beiträge zu verschiedenen zahntechnischen Themen, wie zum Beispiel lichthärtendes Wachs (Metaconsystem), Schientherapie (primosplint), Schweiß- und Lasertechnik und ist international als Vortragsreferent tätig.



Andreas Hoffmann war nach seiner Ausbildung zum Zahntechniker und dem Ablegen der Meisterprüfung (1985) als Geschäftsführer und Mitgesellschafter mehrerer Dentallabore tätig. 1998 wurde er mit dem Straumann-Preis ausgezeichnet. Im Jahr 2000 gründete er das 1. Dentale Service Zentrum. Andreas Hoffmann ist Geschäftsführer der IZZ Stiftung (Institut für angewandte Material- und Verfahrensprüfung der VUZ) sowie Vorstandsmitglied im VUZ Qualitätsverbund. Er ist Autor zahlreicher Veröffentlichungen im In- und Ausland sowie ein international gefragter Referent für Kurse und Vorträge verschiedenster Themen (Galvano, Phaserschweißtechnik, Metacon, Cercon, Versyo.com, Cerec, Procera, Laser).



Michael Hopp ist Absolvent der Humboldt Universität zu Berlin, wo er auch zum Dr. med. promovierte, als wissenschaftlicher Mitarbeiter und später als Oberarzt und Leiter der Vorklinik arbeitete. Dr. Hopp ist langjähriges aktives Mitglied in vielen Organisationen (DIN, DGZI, DGL u.a.) sowie als Gastdozent in Berlin an der Meisterschule und der Universität Greifswald im Bereich Werkstoffkunde tätig. Er ist Autor und Co-Autor von 17 Büchern und über 200 nationalen und internationalen Publikationen. Seine Arbeitsbereiche sind Schweiß- und Behandlungslaser, Implantologie, Werkstoffkunde, Mykologie, Titan, Galvanoforming, Biokompatibilität u.a.



## Kontaktadresse

primotec  
Joachim Mosch  
Tannenwaldallee 4 • D - 61348 Bad Homburg  
Fon +49 (0) 61 72. 99 77 0-0  
primotec@primogroup.de • www.primogroup.de