

Zusammenfassung

Mit diesem Beitrag möchte der Autor die Fügetechniken in der Zahntechnik der letzten 30 Jahre beleuchten und den Einfluss der Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie (ADT) auf seine Tätigkeit in dieser Zeit aufzeigen.

Indizes

Fügetechniken, Löten, Kleben, Schweißen, Lasern, Phasern, AG Dentale Technologie

Verbindungstechnologien in der Zahntechnik

Ein Rückblick über 30 Jahre

Andreas Hoffmann

30 Jahre sind ein Zeitraum, den man gern noch einmal genauer betrachtet. Zahntechnik vor drei Jahrzehnten bedeutete für den Autor, als Jung-Techniker in einer Zeit zu arbeiten, in der die Auftragsituation unwahrscheinlich gut war.

Im Labor wurden die eingehenden Arbeiten in einem Regal zwischengelagert, bis auf dem Arbeitsplatz wieder ein wenig Freiraum entstand und die Produktion beginnen konnte. Zeit zum beschaulichen Planen einer Arbeit oder zum Kunden zu fahren, um eine Zahnfarbe auszusuchen, war kaum vorhanden. „Form und Farbe beißt sich ein“, sagte der Abteilungsleiter immer, „und außerdem ist das auch nicht unser Job. Wir sollten das lediglich ‚schön machen‘, denn der Zahnarzt oder die Helferin kann schließlich ebenso eine Farbe aussuchen.“ Wenn diese Angabe auf dem Auftrag fehlte, wurde in der Praxis angerufen und die erste Helferin der Praxis, die dritte Hand des Chefs, gab dann die Farbe durch. Häufig hatte man das Gefühl, „die sieht immer A3,5“ oder der Farbring habe nur diese eine Farbe. Reklamiert wurden diese Arbeiten jedenfalls nicht. Dafür hatten die Zahnärzte auch gar keine Zeit, war doch durch das Urteil des Bundessozialgericht, dass

Einleitung



Zahnlücken eine Krankheit darstellen, eine 100%ige Kostenübernahme durch die Kasse gewährleistet und das Wartezimmer immer bis zum Bersten voll.

Das war in den Siebzigern eine tolle Perspektive. Das Einkommen entwickelte sich relativ gut mit dem persönlichen Leistungsprofil des Technikers mit. Die Fertigkeiten und die Kenntnisse in der Zahntechnik wurden schnell gesteigert und technologische Quantensprünge waren an der Tagesordnung, denn die Industrie begleitete die Zahntechniker auf Schritt und Tritt. Einstückguss in Goldlegierungen bis zum goldenen Hufeisen war keine Seltenheit. Die Gussanlagen wurden mit den Anforderungen immer komplexer und ausgereifter. Wer sich nicht permanent weiterentwickelte, flog aus dem Schleuderprogramm, ehe er sich versah.

Fortbildung Fortbildung war gewünscht, aber bitte zu Zeiten, die dem Auftragseingang angepasst waren und sie sollte vor allen Dingen schon morgen im Labor spürbare Erfolge zeigen. Eine Fortbildung über mehrere Tage war bereits als Urlaub zu werten. Die handwerkliche Leistungssteigerung erfolgte an der täglichen Arbeit im Labor. Also Fortbildung am Feiertag oder am Wochenende und dann die Routine in der folgenden Woche im Labor. Die Abteilungsleiter und Meister des Labors pflegten eine permanente Fortbildung, die dann im Betrieb in einer eigenen Fortbildung an die Mitarbeiter weitergegeben wurde. Schulung wurde groß geschrieben.

Die AG Dentale Technologie Als die Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie e.V. 1979 (ADT) gegründet wurde, wurde durch sie und ihre Jahrestagung eine Wissensvielfalt vermittelt, die man sich sicher so woanders an keinem Wochenende holen konnte. Diese Arbeitsgemeinschaft bewegte für den Autor und andere in der Fortbildung eine Menge. Im Labor kamen alle Techniker in ihren Spezialgebieten nachhaltig in den Genuss dieser Kurzvorträge und konnten damit die ersten spürbaren Veränderungen im Labor mitgestalten. Mit Eifer wurde der Autor in den Achtzigern einer der treuen Hörer der ADT. Jedes Jahr zog ihn diese Veranstaltung nach Sindelfingen und trug somit dazu bei, seinen Wissensdurst zu stillen.

1985 hatte der Autor als Meister die Position erreicht, die Führungsriege in der Firmenleitung zu erweitern. Fortbildung auf allen Kanälen diente ihm als Ausgleich für den Stress im Labor, konnte er doch so dem Anspruch der Kundenforderungen gerecht werden und die Labortätigkeit gezielt weiter gestalten, so auch im Bereich der Fügetechniken.

Löten Der damalige Laboralltag im Bereich der Kronen- und Brückentechnik bestand hauptsächlich aus drei Gruppen von Edelmetalllegierungen. Die erste Edelmetalllegierung war für das Indikationsgebiet Vollguss, Inlay und Teleskope bestimmt. Die zweite Goldlegierung war für den Bereich, der mit Keramik zu verblendenden Kronen und Brücken, der dritte Arbeitsbereich umfasste diverse Goldlote, um alles zu verbinden, reparieren und erweitern zu können, was aus Goldlegierungen und Kobalt-Chrom und Molybdän bestand.⁵ Diese Lote waren es, die den Autor in dieser Zeit stark prägten.⁷

Die Kunst des Lötens, sagte ein alter Meister des Autors, ist das höchste Gut, das ein Zahntechniker beherrschen kann. Wer mit der Lotrolle klar kommt, der kann in der Zahntechnik immer gewinnen.

Unter Löten⁹ versteht man nach DIN 8505 ein thermisches Verfahren zum stoffschlüssigen Fügen und Beschichten von Werkstoffen, wobei eine flüssige Phase durch Schmel-



Abb. 1 Löten, die Entscheidung, eine feste Verbindung einzugehen.

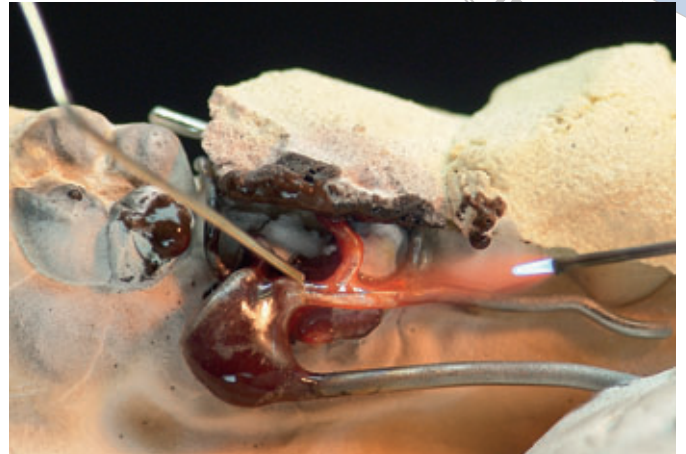


Abb. 2 Als Verbindungsmaterial beim Löten dient meist eine leicht schmelzbare Metalllegierung, das so genannte Lot.

zen eines Lotes bzw. durch Diffusion an den Grenzflächen entsteht (Abb. 1).⁴ Im Gegensatz zum Schweißen wird die Solidustemperatur der Grundwerkstoffe nicht erreicht. Die Solidustemperatur ist die untere Temperatur des Schmelzbereichs oder Schmelzintervalls des Werkstücks. Durch Löten wird eine nicht lösbare, stoffschlüssige Verbindung hergestellt. Als Verbindungsmaterial dient meist eine leicht schmelzbare Metalllegierung, das Lot (Abb. 2).³

Mit Hilfe des Lots wird eine metallische Verbindung von zwei metallischen Werkstücken erzeugt. Ein Kennzeichen einer Lötverbindung ist die intermetallische Verbindung. In dieser dünnen Schicht bilden der Grundwerkstoff und das Lot eine Legierung und gehen eine feste Verbindung ein (Diffusionszone). Bei einer gelungenen Lötung legiert das Lot eine dünne Schicht der metallisch blanken Oberfläche auf.¹³ Die Wanderung der Metallatome, die dafür notwendig ist, nennt man Diffusion. Dementsprechend werden die sich ausbildenden Verbindungszonen auch als Diffusionszonen bezeichnet. Auf ihrem Bestehen und ihrem Umfang basiert die Festigkeit einer Lötstelle.

Eine erfolgreiche Lötung¹⁹ setzt voraus, dass die Flächen, die den Lötspalt bilden, sauber, oxidfrei und metallisch blank sind, die Lötfläche möglichst parallelwandig ist und einen Spalt von 0,1 bis 0,2 mm hat. Ferner muss die Lötfläche ausreichend groß und ein geeignetes Flussmittel vorhanden sein, das die zu fügenden Teile vor Sauerstoff schützt. Die Erreichung einer über die gesamte Fläche der zu lötenden Werkstücke ausreichende Arbeitstemperatur sowie ein geeignetes Lot für die Werkstücke sind unabdingbar.

Für die Flammenlötung (Abb. 3) sind bei dentalen Lotfügearbeiten somit ein geeigneter Brenner und die richtige Gaseinstellung wichtig. Das Löten ist die am weitesten verbreitete Handwerkstechnik, wenn es um dentale Fügungen¹⁰ geht. Das kann der versierte Zahntechniker aus dem „Effeff“.

Häufig wurde das Lot mit Hilfe von Platinfolie und hochschmelzenden Werkstoffen auch für andere Korrekturen herangezogen. So wurden z. B. unkorrekte Ränder mit Hilfe der Lotrolle wieder in Form gebracht. Gelingt dann auch noch die Verblendung, so war für den Techniker die Sache erledigt. Für den Patienten sah das ganz anders aus. Die Ränder waren häufig schon nach kurzer Zeit im Blickpunkt der kritischen Betrachtung.



Abb. 3 Die Flammenlötlung.

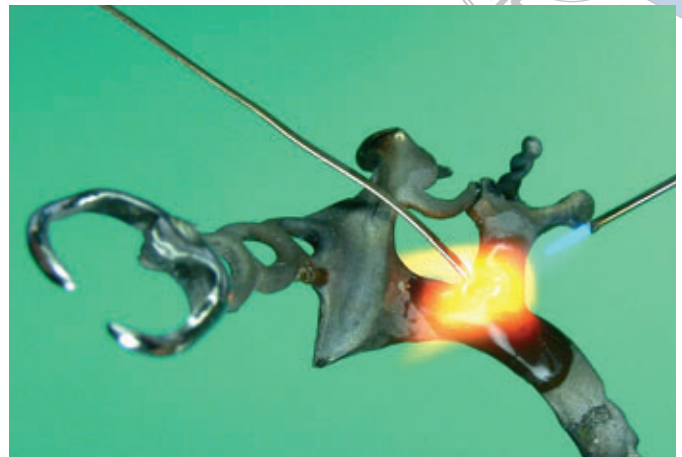


Abb. 4 Lote sind heute Beryllium- und Kadmiumfrei.

Nachteilig wirkt sich das Vorhandensein unterschiedlicher Metalle und Legierungen an Lötverbindungen aus.

Bei Anwesenheit eines Elektrolyten (z. B. Feuchtigkeit) entstehen galvanische Elemente, wie ein Lokalelement, die zu verstärkter Korrosion führen können.¹ Die Mundhöhle ist dafür genau der richtige Ort. So sicher, wie sich kein Zahntechniker eine im Kontaktpunkt oder im Kronenrand gelötete Krone in die eigene Mundhöhle zementieren lassen würde, sollte man auch mit Patientenarbeiten verfahren.

Mit den wissenschaftlichen und biologischen Veränderungen von Lötungen in der Mundhöhle, die immer wieder auch bei der Arbeitsgemeinschaft Dentale Technologie präsentiert wurden, etablierte sich langsam aber nachhaltig der eine oder andere Zweifel an der Lotfügetechnik.

Nicht nur das meisterliche Können, welches eine schöne Arbeit in Form und Politur ermöglichte, sondern auch die anatomischen Anforderungen und die biologischen Auswirkungen auf den Patienten sind durch die Fortbildungen der ADT immer mehr in das Betrachtungsfeld des Autors gerückt. Das Lot als Alleskönner wurde immer zweifelhafter.

Auch die Industrie reagierte auf die metallurgischen Auswirkungen oder, besser gesagt, auf die Veröffentlichungen und Vorträge über negative Auswirkungen von bestimmten Materialien. So wurden die Lote Beryllium- und Kadmiumfrei (Abb. 4). Sollte man so das Gefühl bekommen, die zahntechnische Ordnung sei wiederhergestellt?

Werkstoffkundliche Untersuchungen und medizinische Studien Ende der Achtzigerjahre wurden immer subtiler und waren vor allen Dingen immer enger miteinander verflochten. Die Fachvorträge für Zahnmedizin und Zahntechnik wurden häufig immer noch auf getrennten Kongressen den jeweiligen Fachleuten präsentiert, mit der Folge, dass „der eine nicht weiß, was der andere tut“.

Die ADT hatte in ihrer Vereinssatzung den Zusammenschluss von Zahnmedizin und -technik geschaffen und somit einen Meilenstein in die zwingend aufeinander abzustimmenden Arbeitsabläufen gesetzt. Die Aufgabe des Vereins war und ist die Förderung der Fort- und Weiterbildung und der Wissenschaft auf dem Gebiet der technologischen Arbeitsverfahren der dentalen Technologie. So kommt zusammen, was zusammengehört.

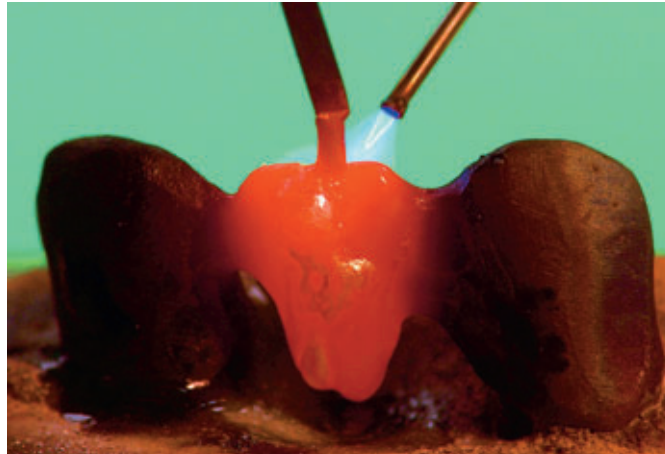


Abb. 5 Die Lötung einer Brückenarbeit.

„Wenn nicht Löten, was dann?“ wurde der Autor immer wieder gefragt. Die beste Antwort ist nach wie vor, auf das Löten zu verzichten. Wer einen Fehler macht, sollte den zweiten Anlauf nehmen und so sauber über die Hürden kommen. Wer nicht im Bereich der Kronen- und Brückentechnik gelötet hat (Abb. 5), hat auch keine zusätzlichen werkstoffkundlichen Probleme geschaffen.

Verbindungen im Bereich der Kombinationsprothetik waren zunächst einmal davon ausgeschlossen.¹⁷ Hierzu fehlte noch die richtige Technologie. So wurde nach dem Motto „es ist gut, wenn es nicht anders besser geht“ verfahren und die Summe der kleinen Kröten wurde geschluckt, wenn insgesamt das Ergebnis stimmte. Doch auf der Bühne der dentalen Fortbildung wurden immer neue Antworten auf kritische Fragen gesucht und die alltäglichen Verfahren wurden immer wieder auf den Prüfstand gestellt.

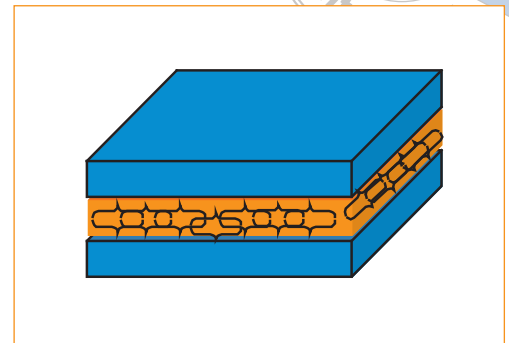
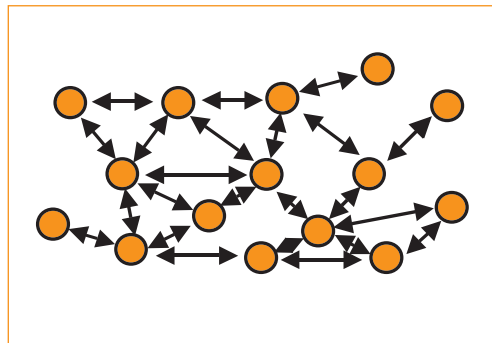
Klebeverbindungen runden die Fügetechnologie weiter ab und ermöglichen, von der Lotrolle wegzukommen. Die Entwicklung von mundbeständigen Klebern und Zementen und technologische Weiterentwicklungen wurden auf den Jahrestagungen in Sindelfingen immer wieder aufgezeigt.

Kleben

Durch Kleben werden Füge Teile mittels Klebstoff stoffschlüssig verbunden.¹¹ Technisch betrachtet ist das Kleben ein Fügeverfahren, welches nahezu alle Werkstoffe miteinander und untereinander verbinden kann. Dabei ist die Klebtechnik besonders schonend, da sie keiner großen Hitze bedarf, welche Verzug, Abkühlspannungen oder Gefügeveränderungen der Füge Teile zur Folge haben kann. Eine Klebeverbindung besteht aus den beiden Füge Teilen und der dazwischen liegenden Klebschicht. An den Phasengrenzflächen kommt es nach der Benetzung, die eine bedeutende Rolle spielt, zu Wechselwirkungen und zu mechanischem Formschluss. Zusammengenommen sind diese Effekte für die Haftkraft (Adhäsion) verantwortlich. Für eine optimale Benetzung muss der Klebstoff während des Fügevorgangs flüssig sein. Die innere Festigkeit (Kohäsion) gewinnt er durch physikalische Abbindevorgänge oder durch chemische Reaktion (Abb. 6 und 7).

Adhäsionskräfte wirken z. B., wenn ein nasses Blatt Papier an einer Glasscheibe hängen bleibt, sozusagen „klebt“. Eine hohe Adhäsion wird dann erreicht, wenn zwischen der Oberfläche des Werkteils und dem Klebstoff ein enger Kontakt entsteht. Das ist nur möglich, wenn sich zwischen Klebstoff und Werkteil keine Fremdstoffe befinden. D. h. die

Abb. 6 und 7 Kohäsionskräfte sind zwischenmolekulare Kräfte, die innerhalb des Klebstoffs wirken und ihm die innere Festigkeit verleihen.



Klebeflächen müssen sauber, fett- und staubfrei sein. Die Adhäsion kann durch Anrauen der Materialoberfläche (abstrahlen oder ätzen) noch verbessert werden, weil dadurch das Werkstück von Fremdkörpern gereinigt und gleichzeitig eine Vergrößerung der Oberfläche erreicht wird.

Die Kohäsion ist der Zusammenhalt der Klebstoffteile (Moleküle) untereinander. Je höher die Kohäsion ist, desto höher ist die Festigkeit des Klebstoffes. Beim Kleben selbst kann die Kohäsion optimal genutzt werden, wenn nicht unnötig dick aufgetragen wird. Der Klebstoff haftet an der Fügeoberfläche durch physikalische (selten auch chemische) Wechselwirkungen. Dieses Phänomen der Haftung wird Adhäsion genannt. Anders als Schweißen oder Löten gehört die Klebtechnik zu den wärmearmen Fügeverfahren.¹² Beim Kleben findet kein Diffusionsprozess zwischen Zusatzwerkstoff und Fügepart statt, daher weisen Klebeverbindungen immer geringere Festigkeiten als Lötverbindungen auf. Diese auf den ersten Blick nachteilige Eigenschaft kann jedoch durch großflächige Klebungen kompensiert werden. Dies bedingt eine dem Kleben angepasste Konstruktion und Gestaltung der Klebestellen.

Schweißen Das Wissen aus den Fortbildungsveranstaltungen der ADT war für den Autor häufig Motivation und Motor, den Weg ein wenig biokompatibler zu gestalten. Der Verzicht auf eine große Materialvielfalt und der Versuch, die Elemente so weit wie möglich einzugrenzen, waren seine Triebfedern.

Im Vergleich zum Löten braucht man beim Schweißen (Abb. 8) keine weitere Legierung mit niedrigem Schmelzbereich (Lot), um zwei Werkstücke miteinander zu verbinden. Das zum Schweißen verwendete Material hat stets die gleiche Zusammensetzung



Abb. 8 Schweißen – mit monochromem Licht verbinden.

und die gleiche Farbe, wie die zu schweißende Legierung. So gibt es selten Legierungsbestandteile mit niedrigem Schmelzpunkt, die korrodieren könnten, und die Schweißstelle hat eine vergleichbare Korrosionsbeständigkeit zur ursprünglichen Gusslegierung.¹⁵

Das gemeinsame Ziel von Lötungen und Schweißungen besteht darin, eine Vermischung der Atome, sei es der miteinander zu verbindenden Teile und/oder der zugeführten Materialien wie Lote oder Schweißstäbe, zu erreichen. Die gemeinsame Anforderung, die von all diesen Verbindungsmethoden (Löten/Schweißen) in allen Fällen erfüllt werden muss, ist eine Verbindungsstabilität von mindestens 350 MPa (in Übereinstimmung mit der Norm DIN EN 29333⁵). Außerdem muss die Metallstruktur frei von jeglichen Makrodefekten, stabil und korrosionsbeständig sein. In der zahnheilkundlichen Literatur werden die verschiedenen Methoden im Hinblick auf die in der DIN-Norm gestellten Anforderungen diskutiert, mit einer klaren Tendenz zugunsten der Schweißtechniken.⁵

In die Zahntechnik wurde die Laserschweißtechnik 1990 eingeführt.⁶ Bei Dentallasern handelt es sich um Geräte mit gepulstem Laserstrahl (Abb. 9). Punktgenaues Schweißen gelingt mit allen Geräten, die in der Lage sind, durch Energieübertragung auf das zu schweißende Werkstück ihre Energieparameter auf einen bestimmten Fleck zu bündeln.

Bei Dentallasern handelt es sich um Strahlschweißgeräte im Impulsverfahren, deren Steuerbarkeit durch einen Lichtblitz mit einem fokussierbaren Durchmesser von 0,2 bis 2 mm und unterschiedlicher Dauer von 0,5 bis 20 Millisekunden sowie einer Energieintensität bis maximal 5,5 KW möglich ist. Diesen, für den einzelnen Schmelzimpuls zur Verfügung gestellten Energieparametern stehen verschiedene andere Faktoren gegenüber. Beim Lasern werden mit einem kurzen, sehr kräftigen Laserblitz Lichtquanten auf die metallische Oberfläche gebracht, um diese aufzuschmelzen. Die auftretenden Lichtquanten regen die Metallatome zum Schwingen an und erwärmen diese. Durch die Wärmezufuhr in die Legierung erfolgt ein relativ schnelles Aufheizen des Metalls an der Oberfläche. Werden bei dieser Energiezufuhr der Schmelzpunkt oder das Schmelzintervall des Materials überschritten, so führt der Wärmestau zu einer punktuellen Aufschmelzung der bestrahlten Fläche. Je nach Intensität, Zeit und Fläche der bestrahlten Oberfläche ist diese Aufschmelzung gezielt reproduzierbar. Neben dem Schmelzpunkt bzw. dem Schmelzintervall des Materials sind die Wärmeleitfähigkeit eines Festkörpers sowie die Absorption wichtige Elemente beim dentalen Schweißen. Zum anderen ist es die Technik, die sicher beherrscht werden muss (Abb. 10 bis 12). Nach dem Zusammen-

Laser



Abb. 9 Der Desktop Power von Dentaaurum, Ispringen.



Abb. 10 Die Vorbereitung zum Laserschweißen.



Abb. 11 Die Tiefenschweißung.



Abb. 12 Die Oberflächenveredelung.



fall der Blitzleistung erfolgt durch die fehlende Energie und das Abfließen der Wärme eine Erstarrung und somit eine Aushärtung des Schmelzbades. Die Lichtquanten eines Lasers können nicht allzu tief in eine metallische Werkstoffoberfläche eindringen. Für das Aufschmelzen von Titan gehen z. B. annähernd 99,6 % der ausgesendeten Lichtleistung als Reflexionsstrahlung in der Schweißkammer verloren.⁸ Dies erklärt, dass beim Schweißen mit einem Laserstrahl fast 100 % mehr Leistung als notwendig erzeugt werden muss. Silber hat eine Reflexion des Laserstrahls von 99,97 % und ist daher mit einem Dentallaser schwer schweißbar. Da aber eine sehr hohe Energie in dem Laserstrahl zur Verfügung steht, können alle dentalen Metalllegierungen damit sehr gut verschweißt werden.² Da Laserschweißen eine komplexe Technologie darstellt, muss diese Hürde durch eine gute Ausbildung der Mitarbeiter genommen werden.

Phaser Plasmastrahl-Impuls-Schweißen

Mithilfe einer intelligenten Abstimmung von Hochleistungselektronik und präziser zuverlässiger Feinmechanik wurde ein hochwertiges Mikro-Lichtbogen-Impulsschweißgerät geschaffen, das sich unter anderem durch minimale Baugröße, geringes Gewicht und einen geringen Energieeinsatz auszeichnet.¹⁴

Der Phaser AS1 (primotec, Bad Homburg) ist ein Gerät zum Schweißen und Fixieren von zahntechnischen Arbeiten. Er kann sowohl für Neuanfertigungen als auch zur Reparatur von metallischem Zahnersatz eingesetzt werden. Mit ihm können alle gängigen Dentallegierungen und Monometalle (z. B. Titan) geschweißt werden (Abb. 13).¹⁶

Das Gerät ist mit einer besonderen Software ausgestattet. Diese Mess- und Regelsoftware bewirkt, dass permanent mit gleichbleibenden Energieparametern gearbeitet wird. Der Kontakt erfolgt über eine Wolframelektrode zum Werkstück und schließt hierbei einen Stromkreislauf. Vor Beginn des eigentlichen Schweißimpulses wird über ein Gasmagnetventil der Schweißbereich mit reaktionsträgem Argon geflutet und über die Wolframelektrode eine Widerstandsmessung des Objektes durchgeführt. Nun zieht sich die Wolframelektrode automatisch ins Handstück zurück und unterbricht hierbei den eigentlichen Messstrom. Genau dieser Unterbrechungsimpuls führt vonseiten der Software zur Auslösung des eigentlichen Schweißstroms. Hierbei befindet sich die Wolframspitze ca. 4 bis 5 µm über der Werkstoffoberfläche, die über den Messstrom an der Berührungsstelle vorgewärmt wird.



Abb. 13 Phaser Plasmastrahl-Impuls-Schweißen – frei bewegliches, punktgenaues Schweißen.



Durch das Vorwärmen der metallischen Oberfläche geraten die Elektroden in einen erhöhten Bewegungszustand und können den Strom besser aufnehmen und leiten. Der minimale Abstand zwischen Elektrode und Werkstück reicht aus, um über das Argon einen Plasmastrahl zu erzeugen, der zwischen Werkstück und der Elektrodenspitze entsteht. Durch kontinuierliches Zurückziehen in das Handstück wird die Sonde permanent weiter von der Werkstückoberfläche zurückgezogen und der Plasmastrahl (wie ein Kaugummi) in die Länge gezogen. Der zeitliche Ablauf sowie die Leistung des Schweißstromes sind die für die Steuerung notwendigen Parameter. Sie ermöglichen dem Zahntechniker sehr schnell, die gezielten Arbeitsschweißleistungen für die verschiedenen Metalllegierungen und Wandstärken einzustellen. Ebenso kann über den Winkel zur Werkstückoberfläche die Eindringtiefe in das Werkstück manipuliert werden. So können verschiedene Schweißgeometrien problemlos erzeugt werden.¹⁸ Anders als bei anderen Systemen kann das Handstück des Plasmas, der sich in keiner Schweißkammer befindet, auch frei eingesetzt werden. Unter dem Arbeitsmikroskop oder unter einer Lupenlampe, die durch einen Shutter gesichert sind, ist freies Arbeiten möglich. Die freie Arbeitsweise auf dem Arbeitstisch ist hierbei von großem Vorteil, da so das Arbeiten mit einer Schweißbrille oder unter einem Shutter, der den Lichtblitz abmildert, problemlos akzeptiert werden kann.

Von der Lotrolle bis zum Mikroimpulsschweißverfahren sind die Kenntnisse des Autors in den letzten Jahren immer weiter gewachsen. Viele Materialien und Verarbeitungstechniken sind der permanenten Weiterentwicklung gewichen. Immer nach dem Motto, das Beste für den Patienten ist gerade gut genug. Auch wenn sich der Anforderungsmarkt der Patienten durch die permanenten Erhöhungen der Zuzahlungsgrenze nicht wie in den Neunzigerjahren fortentwickelt hat, sondern eher stagniert, sollte man dennoch dem immer besser werdenden Kenntnisstand der Patienten gerecht werden.

Zu Recht fragt heute der Patient seinen Zahnarzt, woraus sein Zahnersatz gefertigt ist und erwartet auch hier eine erklärende Antwort. Preis und Leistung müssen erkennbar sein und verstanden werden. Der Einsatz von absolut unbedenklichen Werkstoffen, verbunden mit einer Verarbeitungstechnologie, die den Patienten ruhig und gesund schlafen lässt, sind sicher die besten Argumente für eine „Prothetik Made in Germany“.

Quintessenz

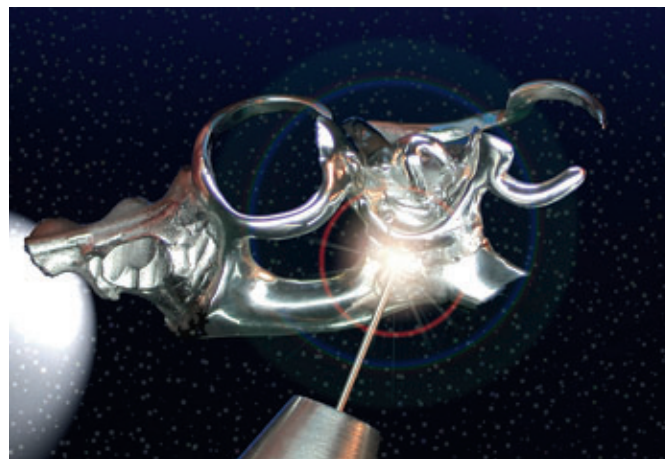


Abb. 14 Mikroimpulsplasma-schweißen gehört zu den stabilsten Fügetechniken in der Zahntechnik.



Abb. 15 Eine ausreichend stabile Verbindungstechnologie muss in der Lage sein, die auf sie wirkenden Kräfte schadlos zu überstehen.

Der Verein „Arbeitsgemeinschaft Dentalen Technologie e. V.“ hat es mit seinen Referenten immer wieder geschafft, den Beweis zu liefern, dass weniger oft mehr bedeutet und dass die Zahntechnik nicht ohne die Zahnmedizin und beide nicht ohne den Menschen auskommen, der diese Leistung erhält. Modernste Techniken (Abb. 14) und Entwicklungen wurden auf den Jahrestagungen vorgestellt und viele davon sind heute normale, alltagstaugliche und anerkannte Arbeitsverfahren. Als einer der Referenten, der auf dieser Bühne schon ein wenig Erfahrung hat, möchte der Autor sagen, dass viele der auf der ADT gezeigten Themen seinen Wirkungskreis beeinflusst haben. – Dafür möchte der Autor sich an dieser Stelle bedanken.

Fazit Allen Fügetechniken, die in der Zahntechnik Anwendung finden, geht eine gemeinsame Anforderung voraus: Eine ausreichend stabile Verbindungstechnologie muss in der Lage sein, die auf sie wirkenden Kräfte schadlos zu überstehen (Abb. 15). Bei den in der Zahntechnik heute vorhandenen hohen Standards ist der Verzicht auf Lötungen und die Eliminierung dieser Technologie sicherlich die Zukunftsorientierung.

In einer Zeit, in der der Wettbewerb die zahntechnischen Leistungen immer mehr prägt, können nur Qualität und die Möglichkeit, biologisch unbedenklichen Zahnersatz herstellen zu können, ihren Preis und ihre Marktberechtigung erhalten. Die gemeinsame Fortbildung von Zahnmedizin und -technik ist dafür eine ausgezeichnete Plattform.

- Literatur**
1. Angelini E, Pezzoli M, Rosalbino F, Zucchi F. Influence of corrosion on brazed joints strength. J Dent 1991;19:56–61.
 2. Benthem H van, Vahl J. Untersuchungen zur Zerreißfestigkeit lasergeschweiter Dentallegierungen. Dtsch Zahnärztl Z 1978;33:262–266.
 3. Burstone CJ. Welding of TMA wire – clinical applications. JCO 1987;21:609–219.
 4. Dielert E, Kassenbacher A. Lötungen, Mikroplasma- und Laserstrahlschweiungen an Dentallegierungen; Dtsch Zahnärztl Z 1987;42:647–653.
 5. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. DIN- Taschenbuch 267 Zahnheilkunde Werkstoffe Normen und Gesetze, Richtlinien.
 6. Dobberstein H, Dobberstein H. Laserschweißen von CoCr-Legierungen. Zahntech 1988;29:117–120.
 7. Eichner K, Kappert HF. Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung, Band 1. Heidelberg: Hüthig, 1996.



8. Geis-Gerstorfer J, Weber H, Simonis A, Eckhardt M, Haselberger D. Zugfestigkeit von plasma- und lasergeschweißtem gegossenem Titan. Dtsch Zahnärztl Z 1990;45:545–547.
9. Heinz M. Hiersig Lexikon Produktionstechnik, Verfahrenstechnik. Heidelberg: Springer, 1995.
10. Hopp M, Mosch J, Hoffmann A. Metallische Fügetechniken – eine Übersicht. Dent Dialoge 2004;5: 40–50.
11. Janda R. Kleben und Klebetechniken, Teil 1. Allgemeine Prinzipien der Klebetechnik. Dent Labor 1992;40:409–415.
12. Janda R. Kleben und Klebetechniken, Teil 2. Adhäsiv-Systeme für Zahntechnik und -medizin. Dent Labor 1992;40:615–628.
13. Kassenbacher A, Dielert E. Werkstoffprüfung an laserstrahlgeschweißten bzw. gelöteten Gold- und CoCrMo-Dentallegierungen. Dtsch Zahnärztl Z 1988;43:400–403.
14. Ludwig K. Lexikon der Zahnmedizinischen Werkstoffkunde. Berlin: Quintessenz, 2004.
15. Preston JD, Reisbick MH. Laser Fusion of selected casting alloys; J Dent Res 1975;54:232–238.
16. Sjörgren G, Andersson M, Bergman M. Laser welding of titanium in dentistry. Acta Odontol Scand 1988;46:247–253.
17. Sloan RM, Reisbick MH, Preston JD. Post-ceramic soldering of various alloys. Prosthet Dent 1982;48:686–689.
18. Wang RR, Welsch GE. Joining titanium materials with tungsten inert gas welding, laser welding, and infrared brazing. J Prosthet Dent 1995;74:521–530.
19. Wirz J. Die Qualität von Lötverbindungen Teil 1. Lötverfahren, Prüfmethode und Zugfestigkeit. Quintessenz 1990;41:111–117.

ZTM Andreas Hoffmann, Dentales Service Zentrum
Ludwig-Erhard-Straße 7b, 37434 Gieboldehausen
E-Mail: info@1dsz.de

Adresse des Verfassers