



DESKTOP*COMPACT

Gebrauchsanweisung



INHALT

| | |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| Allgemeine Bemerkungen | 3 |
| Sicherheitshinweise | 4 |
| Symbole und Hinweise | 4 |
| Bestimmungsgemäße Verwendung | 4 |
| Gewährleistung und Haftung | 4 |
| Verpflichtung des Betreibers | 5 |
| Verpflichtung des Personals | 5 |
| Laserschutzbeauftragte | 5 |
| Schutz der Augen vor Laserstrahlung | 6 |
| Schutz der Haut vor Laserstrahlung | 7 |
| Weitere wichtige Sicherheitshinweise, Schweißrauchabsaugung | 8 |
| Wartungsarbeiten | 8 |
| Lage der Laser-Warnschilder | 9 |
| Grundprinzip des Lasers und des Schweißvorgangs | 11 |
| Technische Gerätebeschreibung | 12 |
| Sicherungen | 12 |
| Lampenpulsgenerator | 13 |
| Wasser-Luft-Wärmetauscher | 14 |
| Laserstrahlquelle, Fokussierung - und Beobachtungsoptik | 16 |
| Laserstrahlverlauf (Schnittzeichnung) | 17 |
| Schweißkammer | 18 |
| Hauptschalter und Schlüsselschalter | 20 |
| Die Steuereinheit in Augenhöhe des Bedieners | 20 |
| Drehregler | 23 |
| Anschluss einer zentralen Laborabsaugung | 23 |
| Schweißrauchabsaugung (optional) | 23 |
| Installation | 24 |
| Umgebungsbedingungen für den sicheren Betrieb des Lasers | 24 |
| Anschluss des Gerätes | 24 |
| Bedienung | 26 |
| Einschalten | 26 |
| Einstellen des Stereomikroskopes | 26 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Schweißen | 27 |
| Verhalten bei Verbrennungen durch den Laserstrahl | 28 |
| Ausschalten | 29 |
| Wartungshinweise | 30 |
| Checkliste 1 und 2 | 31 |
| Test der Laserjustage und des Strahlengangs | 32 |
| Justage des Laserschweißflecks auf das Fadenkreuz im Mikroskop | 33 |
| Lage der Justageschrauben des Umlenkspiegels | 34 |
| Befüllen des Vorratsbehälters mit Kühlwasser | 35 |
| Wechsel des Partikelfilters im Vorratsbehälter des Wärmetauschers | 36 |
| Wechsel des Filters in der Schweißrauchabsaugung | 37 |
| Wechsel des Objektivschutzglas | 37 |
| Lampenwechsel | 38 |
| Mögliche Fehler, ihre Ursachen und ihre Beseitigung | 39 |
| Ersatzteilliste | 43 |
| Technische Daten | 44 |
| EG-Konformitätserklärung | 45 |
| Unterweisungsbestätigung | 46 |
| Anlage Unfallverhütungsvorschriften Laserstrahlung BGV B2 (VBG 93) | 47 |

Allgemeine Bemerkungen

Danke, dass Sie sich für ein Dentaorium Laserschweißgerät entschieden haben. Damit Sie lange Freude mit Ihrem neuen Laserschweißgerät haben, beachten Sie bitte alle Hinweise in dieser Gebrauchsanweisung.

Das Dentaorium Laserschweißgerät ist im Sinne der EG-Richtlinie ein Arbeitsmittel und gezielt für den Einsatz im zahntechnischen Labor entwickelt worden.

Gerätekenzeichnung

Fabrikat: Laserschweißgerät (Nd:Yag Laser-Wellenlänge1064nm)
Typ: Desktop Compact - REF 090-590-00 / 090-591-00
Firma: Dentaorium J.P.Winkelstroeter KG
Turnstraße 31
D-75228 Ispringen

Die zu verschweißenden Teile werden unter einem Stereomikroskop in der Schweißkammer manuell zusammengefügt, positioniert und laserverschweißt.

Das erforderliche Schutzgas und der Laserpuls werden über einen Zwei-Stufen-Fußschalter eingeschaltet bzw. ausgelöst. Während und nach der Bearbeitung wird der Schweißrauch automatisch abgesaugt.





**Vorsicht : Das Gerät muss von autorisiertem Fachpersonal oder dem Dentaorium Kundendienst aufgestellt und in Betrieb genommen werden.
Bevor Sie einschalten, müssen Sie die Gebrauchsanweisung gelesen und verstanden haben! Erst danach das Gerät einschalten!
Das Gerät muss vor der ersten Inbetriebnahme bei der zuständigen Berufsgenossenschaft und der für den Arbeitsschutz zuständigen Behörde (z. B. Gewerbeaufsicht) angemeldet werden.**

Sicherheitshinweise

Symbole und Hinweise


In der Gebrauchsanweisung werden folgende Symbole für Gefährdungen verwendet:

 **Warnung** Hinweis auf eine möglicherweise drohende Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Personen. Das Nichtbeachten dieser Hinweise kann schwere gesundheitliche Auswirkungen zur Folge haben, bis hin zu lebensgefährlichen Verletzungen.

 **Vorsicht** Hinweis auf eine möglicherweise gefährliche Situation. Das Nichtbeachten dieser Hinweise kann leichte Verletzungen zur Folge haben oder zu Sachbeschädigungen führen.

Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Desktop Compact Laser ist ausschließlich zum Schweißen von Metallen bestimmt. Eine andere oder darüber hinausgehende Benutzung gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für Schäden, welche hieraus entstehen, haftet die Firma DENTAURUM nicht. Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch, dass die Gebrauchsanweisung beachtet wird und dass die Inspektions und Wartungsarbeiten in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden.

 **Vorsicht :** **Die Bearbeitung von nichtmetallischen Materialien, besonders die Bearbeitung von Kunststoffen, gilt als NICHT bestimmungsgemäße Verwendung des Gerätes.**

Gewährleistung und Haftung

Es gelten unsere allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen. Gewährleistungs- und Haftungsansprüche bei Personen und Sachschäden sind ausgeschlossen, wenn sie auf eine oder mehrere der folgenden Ursachen zurückzuführen sind:

- Unsachgemäßes Inbetriebnehmen, Bedienen, Montieren und Warten des Lasers
- Nicht bestimmungsgemäßes Verwenden des Lasers
- Betrieb des Lasers mit defekten Sicherheitseinrichtungen oder nicht ordnungsgemäß angebrachten bzw. nicht funktionsfähigen Sicherheits- und Schutzvorkehrungen
- Nichtbeachten der Hinweise in der Gebrauchsanweisung bezüglich Transport, Lagerung, Montage, Betrieb und Wartung des Lasers
- Mangelnde Überwachung von Verschleißteilen

- Eigenmächtige bauliche Veränderungen an dem Laser, insbesondere an den Sicherheitsvorkehrungen
- Unsachgemäß durchgeführte Reparaturen

Verpflichtung des Betreibers

Der Betreiber ist verpflichtet, nur die Personen an dem Gerät arbeiten zu lassen, welche

- mit den Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut und in die Handhabung des Gerätes eingewiesen sind.
- die Sicherheitshinweise und die Gebrauchsanweisung gelesen, verstanden und dies durch ihre Unterschrift bestätigt haben (siehe Kapitel Unterweisungsbestätigung)
- im Sinne der geltenden Unfallverhütungsvorschriften für Laserstrahlung, insbesondere der Unfallverhütungsvorschriften für Laserstrahlung (Verordnung der Berufsgenossenschaften BGV B2 (VBG 93)), unterwiesen sind.
- Das Gerät muss vor der ersten Inbetriebnahme bei der zuständigen Berufsgenossenschaft und der für den Arbeitsschutz zuständigen Behörde (z. B. Gewerbeaufsicht) angemeldet werden.

Verpflichtung des Personals

Alle Personen, welche an dem Gerät arbeiten, verpflichten sich, vor Arbeitsbeginn

- die grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit zu beachten.
- die Sicherheitshinweise und die Gebrauchsanweisung zu lesen, zu verstehen und durch ihre Unterschrift zu bestätigen.

Laserschutzbeauftragte

Für die Verwendung eines Lasers der Klasse 4 muss ein sachkundiger Laserschutzbeauftragter vom Unternehmer schriftlich bestellt werden. Der Laserschutzbeauftragte hat auf Grund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichend Kenntnisse auf dem Gebiet der Laserstrahlung und ist über die Sicherheitseinrichtungen am Gerät informiert. Er ist verantwortlich für den sicheren Betrieb und die Schutzeinrichtungen des Gerätes.

Die Ausbildung zum Laserschutzbeauftragten erfolgt durch die zuständigen Berufsgenossenschaften oder durch Dentaurum.

Schutz der Augen vor Laserstrahlung

Das Gerät verfügt über Einrichtungen, welche die Augen des Bedieners und die anderer Personen in der Umgebung des Gerätes schützen.

1. Sicherheitsstrahlverschluss

Der Sicherheitsstrahlverschluss verhindert die Erzeugung von Laserpulsen oder den ungewollten Austritt von Laserstrahlung aus der Laserstrahlquelle und schließt,

- wenn die Handklappen offenstehen.
- wenn die Öffnungen der Handklappen unverschlossen sind.
- wenn die Laserparameter geändert werden.
- wenn keine Steuerspannung an dem Sicherheitsstrahlverschluss anliegt.

2. Die Freigabe des Laserpulses erfolgt nur

- wenn beide Handklappen geschlossen sind
- und wenn beide Unterarme des Bedieners in die Schweißkammer eingeführt sind
- und wenn keine Laserparameter eingestellt werden
- und wenn die Nachladung des Energiereservoirs beendet wurde
- und wenn der Fußschalter auf Stufe 2 niedergedrückt wurde

3. Andere Einrichtungen zum Augenschutz

- Das Gerät verfügt über ein großes Beobachtungsfenster aus Laserschutzglas zur gefahrlosen Direktbeobachtung des Schweißvorganges
- Das Gerät besitzt einen automatischen Blendschutz im Strahlengang des Stereomikroskopes, der während der Schweißung aktiviert wird
- Der gesamte Laserstrahlengang ist nach außen optisch abgedichtet

DAS GERÄT ERFÜLLT ALLE BEDINGUNGEN FÜR DEN VOLLEN AUGENSCHUTZ.

Damit ist eine **Teil**bedingung für Laser der Klasse I erfüllt.

Das Gerät erfüllt **nicht** die zweite Teilbedingung für Laser der Klasse I, den **Schutz der Haut** vor Laserstrahlung.

Schutz der Haut vor Laserstrahlung

Das Gerät ist für den Einsatz in Dentallabors vorgesehen. Der Arbeitsprozess lässt sich nicht automatisieren, da jedes Werkstück ein individuelles Einzelstück darstellt. Die zahntechnische Arbeit muß **mit den Händen** gehalten werden, da eine große Anzahl verschiedenster Materialien mit unterschiedlichen Abmaßen, Erscheinungsformen, Oberflächenbeschaffenheiten und Passtoleranzen miteinander in unterschiedlichen Kombinationen verbunden oder an der Oberfläche bearbeitet werden müssen. Schutzhandschuhe gegen Laserstrahlung sind technisch zur Zeit nicht realisierbar, würden die Arbeit mit den meist sehr kleinen Teilen erheblich behindern oder sie sogar unmöglich machen. Ähnliches gilt für den Einsatz von Halterungen, Pinzetten, etc. Daher ist dieser Laser als Arbeitsmittel für das Labor einzustufen, von dem die Gefahr leichter Verletzungen ausgehen kann.

Aufgrund der Geräteauslegung beschränkt sich der Gefahrenbereich nur auf die Hände und Arme des Bedieners. Durch Lasereinwirkung können bei Fehlbedienung im Hautgewebe lokal begrenzte Verbrennungen entstehen, die in stärkeren Fällen ärztlich versorgt werden sollten.

! Vorsicht: Unsichtbare Laserstrahlung!

So vermeiden Sie, dass direkte Laserstrahlung auf Ihre Hände trifft:

- Halten Sie die Hände nicht direkt unter das Fadenkreuz und somit in den Laserstrahl!
- Sehen Sie durch das Stereomikroskop und positionieren Sie das Werkstück so, dass die Schweißstelle scharf zu sehen ist und im Fadenkreuz liegt!
- Achten Sie darauf, dass die Hände möglichst nicht im Sichtfeld des Stereomikroskopes zu sehen sind!
- Halten Sie die Hände ruhig, während Sie mit dem Fußschalter den Laserpuls auslösen!
- Sehen Sie immer wieder durch das Stereomikroskop und kontrollieren Sie die Position ihrer Hände und die Position des Werkstücks!

! Vorsicht: Laserstreustrahlung!

So vermeiden Sie, dass Laserstreustrahlung auf Ihre Hände trifft:

Besonders Gegenstände mit spiegelnden Oberflächen können die Laserstrahlung streuen oder umlenken, so daß auch in größerer Entfernung vom Schweißpunkt noch eine gewisse lokale Verbrennungsfahr besteht.

- Tragen Sie nach Möglichkeit während der Arbeit mit Laserstrahlung keinen Schmuck an Armen und Fingern, bzw. halten Sie keine spiegelnden Flächen direkt in den Laserstrahl.

Weitere wichtige Sicherheitshinweise, Schweißrauchabsaugung

- Die Gebrauchsanweisung ist ständig am Einsatzort aufzubewahren
- Das Gerät ist ein Arbeitsmittel zum Schweißen von zahntechnischen Metallen und Legierungen mit gepulster Laserstrahlung, es darf nicht zu anderen Zwecken eingesetzt werden
- Stellen Sie **niemals** brand- oder explosionsgefährliche Stoffe in die Schweißkammer!
- Bei den Schweißarbeiten können **gesundheitsgefährdende Dämpfe** entstehen!

Zur Reinhaltung der Atemluft empfiehlt die Berufsgenossenschaft deswegen bei Schweißarbeiten mit dem Laser eine entsprechende Schweißrauchabsaugung.

Die im Desktop Compact optional erhältliche Absaugung ist nur zugelassen zur Absaugung von Laserschweißrauch. Sie darf nicht für andere Zwecke eingesetzt werden, wie z. B. zur Absaugung von

- leicht entzündlichen oder explosiven Gasen
- Flüssigkeiten jeglicher Art
- organischen Stoffen (z.B. Kunststoffe)

Die Luftaustrittsöffnungen müssen immer frei bleiben. Der Ansaugschlauch darf keine Beschädigungen aufweisen und muss sicher am Ansaugsieb und an der Absaugung befestigt sein!

Die Schweißrauchabsaugung darf nur mit dem Original-Ersatzfilter und nie ohne Filter betrieben werden.

Wartungsarbeiten



Vorsicht: Bei allen Service- und Wartungsarbeiten niemals alleine arbeiten! Sämtliche Arbeiten an den elektrischen und optischen Komponenten und Baugruppen des Gerätes dürfen nur von autorisiertem Fachpersonal oder dem Dentaurum Kundendienst durchgeführt werden.

Im Service- und Reparaturfall muss sich immer eine zweite Person in unmittelbarer Nähe befinden, die über die Wirkung der Laserstrahlung und von Hochspannung informiert ist.



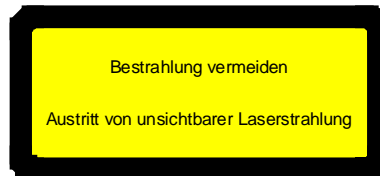
Warnung: Lebensgefährliche Hochspannung!

Zum Zünden der Blitzlampe wird dieser Laser mittels Hochspannungskondensatoren betrieben. Daher kann auch nach dem Aus- und Freischalten des Gerätes eine Spannung an stromführenden Bauteilen anliegen.

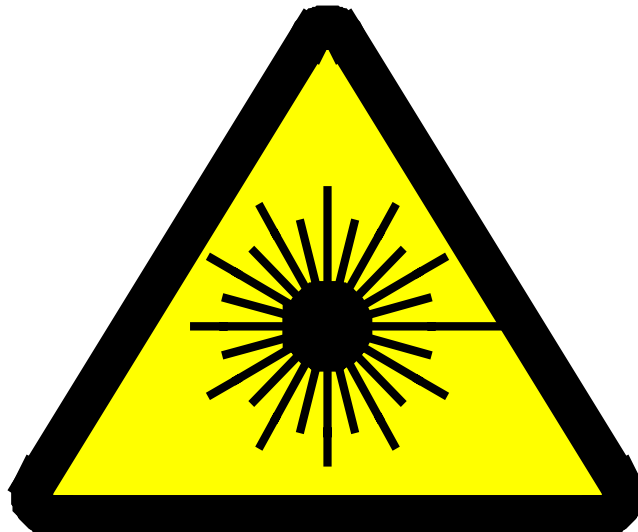
Lage der Laser-Warnschilder



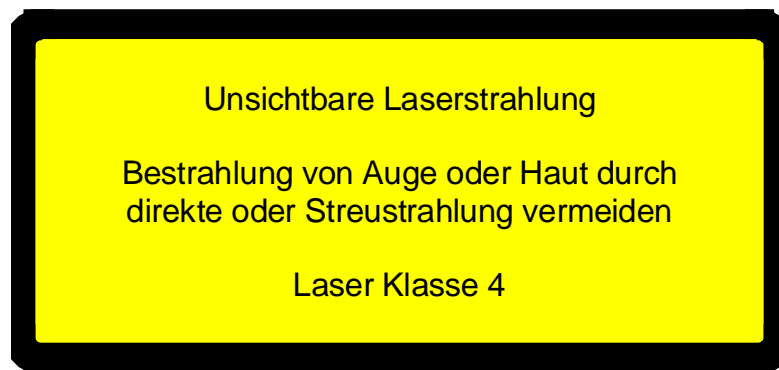
Laser-Warnschilder



1



2



3

Grundprinzip des Lasers und des Schweißvorgangs

LASER = Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Es handelt sich um eine Lichtverstärkung, verursacht durch angeregte Strahlungsaussendung. Ihr Laser hat als Lichtverstärker einen stabförmigen Kristall aus Neodym-dotiertem Yttrium-Aluminium-Granat (Nd:YAG), der durch einen Lichtpuls aus einer externen stabförmigen Blitzlampe angeregt wird. Ein geeigneter Hochleistungsreflektor sorgt für eine effiziente Ausnutzung und Einkopplung des Lampenlichtes in den Laserkristall. Damit das Laserlicht verstärkt und gerichtet ausgesendet werden kann, sind außerhalb des Kristalls zwei Spiegel so angeordnet, dass das vom Kristall ausgehende Licht wieder in sich selbst und in den Kristall zurückreflektiert wird (Resonator). Einer der Spiegel ist teildurchlässig und ermöglicht dadurch die Entnahme von stark gerichteter Laserstrahlung aus dem Resonator. Der Wellenlängenbereich dieser Strahlung ist eng begrenzt auf 1064 nm. Die starke Richtungsabhängigkeit und der schmale Wellenlängenbereich ermöglichen erst die extreme Konzentration der Laserenergie auf das Werkstück (Fokussierung über ein geeignetes Objektiv). Diese Energiekonzentration übertrifft um ein Vielfaches die Konzentration, die mit gewöhnlichen Lichtquellen möglich ist.

Während des Laserpulses wird das Werkstück im Fokusbereich über die Schmelztemperaturen der zu verbindenden Materialien hinaus erhitzt und verflüssigt, wodurch ein Schweißen ermöglicht wird. Nach der relativ kurzen Lasereinwirkungszeit (0.5 ms ... 15 ms) erstarren die geschmolzenen Materialien wieder und können somit eine feste Verbindung miteinander eingehen.

Durch die hohe, kurzzeitige Konzentration der Laserenergie auf ein begrenztes Volumen entsteht nur dort Wärme, wo sie benötigt wird. Diese Eigenschaft macht den Laser zu einem hervorragenden Werkzeug für das Dentallabor.

Technische Gerätebeschreibung

Sicherungen

! Vorsicht : Vor Öffnen des Gerätes Netzstecker ziehen!

Lüfterhaube/
Gehäuseoberteil aufgeklappt

Rechte Handklappe offen



Automatensicherungen
nur für den Lampen-
pulsgenerator



Schmelzsicherungen
für alle übrigen
Verbraucher

2 x 6,3A träge

Lampenpulsgenerator

Ein an fast alle Versorgungsspannungen anschließbarer Wandler mit sinusförmiger Stromaufnahme ermöglicht das Aufladen der im Lampenpulsgenerator integrierten Kondensatorbatterie. Damit die Spannung nach jedem Puls nur geringfügig abfällt, ist die gespeicherte Energie wesentlich höher als für einen Puls notwendig. Kurz vor dem eigentlichen Hauptpuls wird die Lampe über eine kleine Zündspule gezündet und vorionisiert. Das ist die Vorbedingung für eine reproduzierbare und stabile Hauptentladung.

Während der Hauptentladung schalten parallel zwei Hochleistungstransistoren für eine einstellbare Pulsdauer (0.5 ms ... 15 ms) die Kondensatorbatterie an die Blitzlampe. Nach Pulsende wird die Batterie automatisch wieder nachgeladen.

Der Lader ist über Lichtwellenleiter (LWL-Sender und -Empfänger) mit der Steuerung verbunden:

Signale von der Steuerung zum Lader

| | |
|---------------------------|-----------|
| Lader EIN/AUS | LWL Nr. 3 |
| Ladespannung (PWM-Signal) | LWL Nr. 2 |
| Laserpuls EIN/AUS | LWL Nr. 1 |

Signal vom Lader zur Steuerung

| | |
|----------------------------------------|----------|
| Ladespannung erreicht / Ladung beendet | LWL Nr.4 |
|----------------------------------------|----------|

Im Lader integriert sind folgende Sicherheitsfunktionen:

- Zwangsschnellentladung der Kondensatorbatterie nach Abschalten des Laders
- Abschalten bei Überspannung
- Abschalten bei Übertemperatur
- Sollte sich das Netzteil bei Überspannung oder Übertemperatur selbstständig abgeschaltet haben, so ist die LED * rot. Es erfolgt keine gesonderte Meldung.

Von extern über Lader EIN/AUS:

- Abschalten bei Fehlfunktion des Lasers (Interlock)
(siehe Steuerung)

Wasser-Luft-Wärmetauscher

Während eines jeden Lampenblitzes entsteht im Laserkopf Verlustwärme, die wegen Überhitzungsgefahr des Gerätes abgeleitet werden muss.

Im unteren Fach des Gerätes saugt eine Tauchpumpe aus einem Vorratsbehälter Wasser an und pumpt es durch den Laserkopf an Lampe und Stab vorbei. Das Wasser nimmt dort die Verlustwärme der Blitzlampe auf. Das erwärmte Wasser wird nach oben zu einem Wasser-Luft-Wärmetauscher geführt. Zwei Lüfter sorgen für eine effiziente Belüftung der Wärmetauscherlamellen. Das Wasser gibt seine Wärme an die nach oben ausgeblasene Luft ab.

Zwischen den Wärmetauscherlamellen befinden sich:

- der Schalter für Kühlwassertemperatur, schaltet den Lampenpulsgenerator bei zu hoher Kühlwassertemperatur ab

(Interlock-Anzeige am Display: "temp lck")

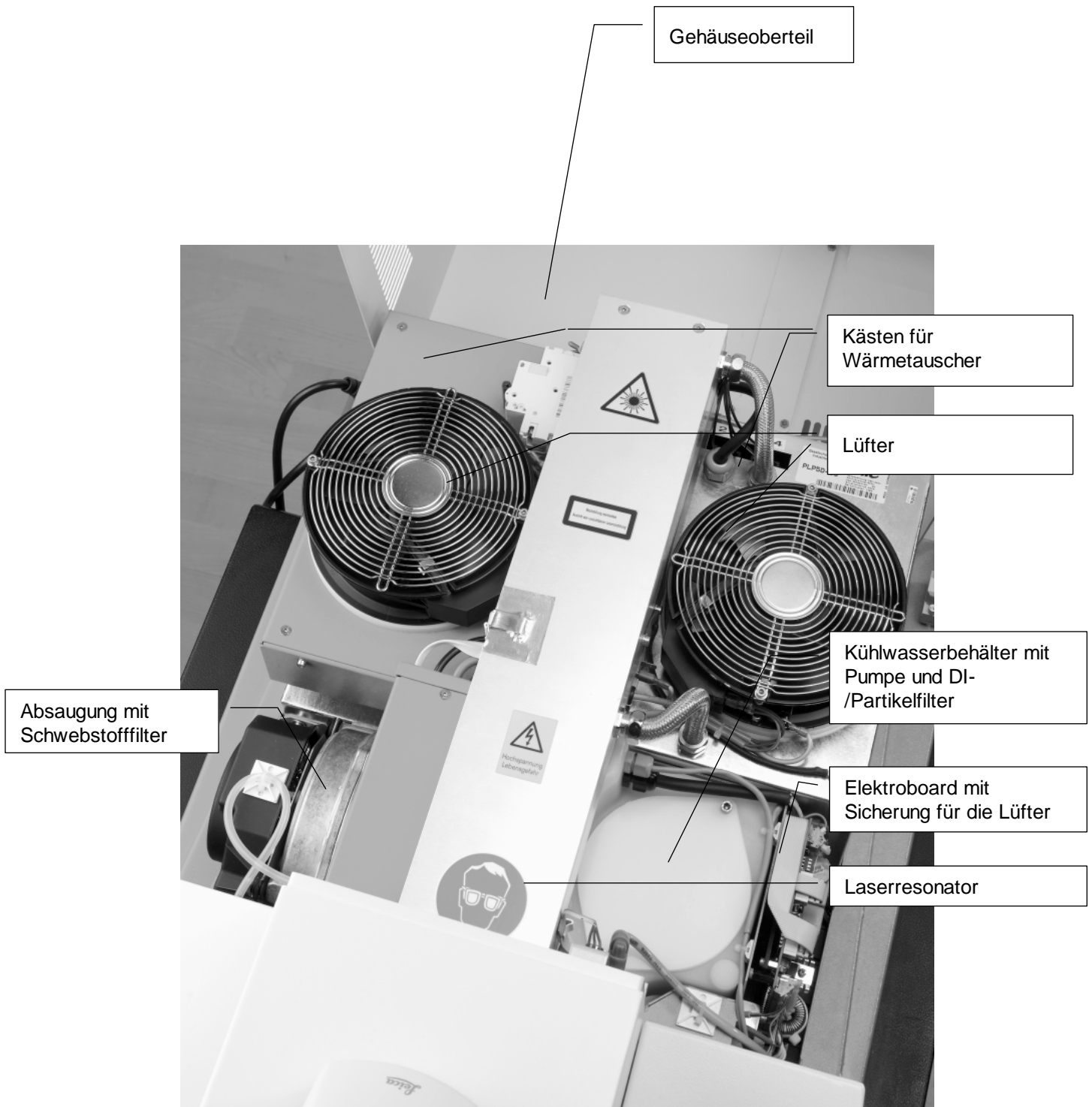
- Durchflussschalter
- Niveauschalter

Bei einer oder mehreren Fehlfunktionen wird über die Steuerung der Lampenpulsgenerator abgeschaltet

(Interlock-Anzeigen am Display: „flow lck“ / „level lck“)

Siehe auch Seite 15

Draufsicht (Gehäuseoberteil aufgeklappt)



Laserstrahlquelle, Fokussierungs- und Beobachtungsoptik

In einem kompakten, mechanisch stabilen Metallgehäuse sind montiert

- die Laserstrahlquelle mit den Spiegeln und dem Laserkopf
- der Sicherheitsstrahlverschluss zum Schutz der Augen gegen ungewollte Laserstrahlung
- das manuell betätigte Teleskop zum Einstellen des Brennfleckdurchmessers

Das Gehäuse schützt die optischen Komponenten vor Schweißstaub, verhindert weitgehend elektromagnetische Störungen nach außen und ungewollten Austritt von Laser-oder Laserstreustrahlung.

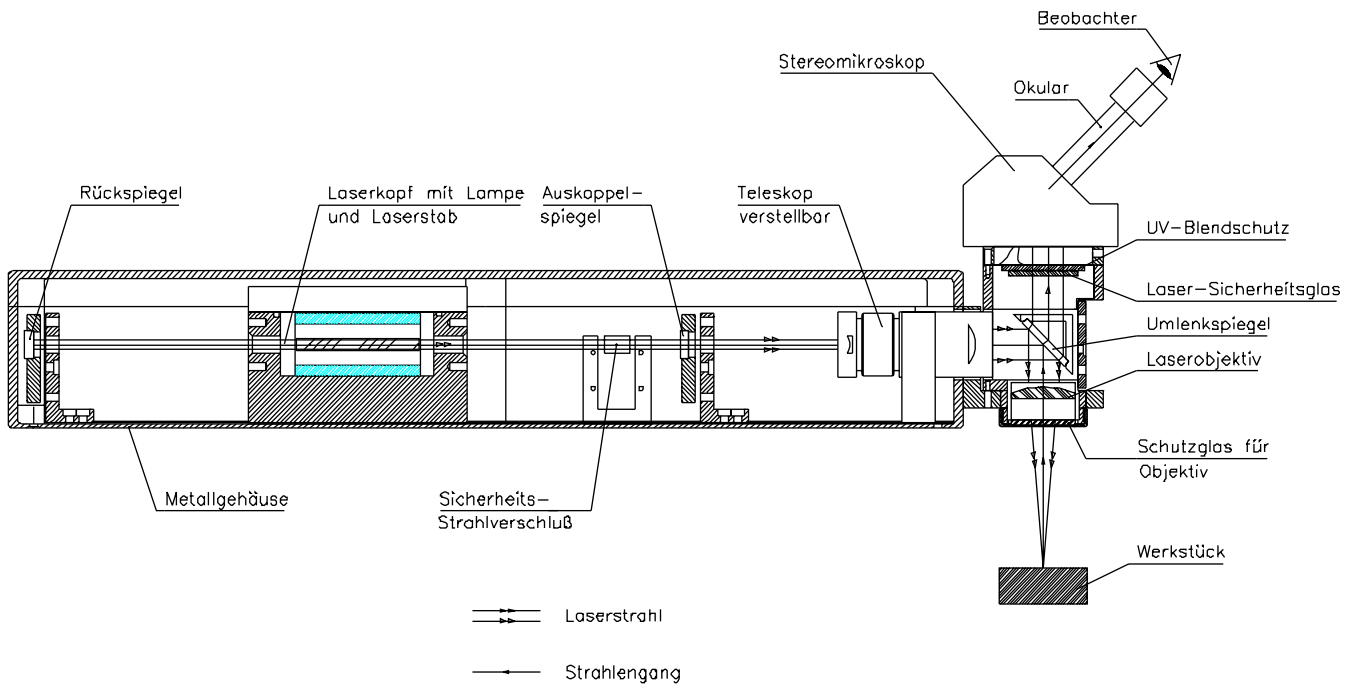
Am Metallgehäuse ist eine mechanische Einheit angeflanscht. Diese enthält folgende Komponenten:

- Einen Umlenkspiegel zum Umlenken des Laserstrahles um 90° nach unten.
- Das Laser- u. Beobachtungsobjektiv zur Bündelung des Laserstrahles auf das Werkstück und zu dessen Beobachtung durch das Stereomikroskop. Das Beobachtungsobjektiv besitzt ein Schutzglas gegen Schweißstaub und Metallspritzer.
- Das Beobachtungsfenster mit Schutzglas, welches die Umgebung gegen Laserstreustrahlung schützt.
- Ein Stereomikroskop, mit welchem man durch das Laserobjektiv und den Umlenkspiegel hindurch die Schweißung kontrollieren kann.
- Einen automatischen Blendschutz für die Augen, welcher während des Laserimpulses den Strahlengang zum Stereomikroskop verschließt.

Siehe auch Seite 17

Laserstrahlverlauf (Schnittzeichnung)

Laserstrahlquelle, Fokussierungs- und Beobachtungseinheit



Schweißkammer

Zum Schutz vor Augenschädigungen ist der gesamte Laserstrahlengang nach außen hin abgeschirmt.

Das Werkstück ist in eine Schweißkammer eingeschlossen, wodurch die während der Schweißung gestreute Laserstrahlung auf ein für die Augen gesundheitlich unbedenkliches Maß herabgesetzt wird. Alle Öffnungen, die zum Beobachten und Positionieren des Werkstücks dienen, sind mit zugelassenen Schutzgläsern gegen Laserstrahlung abgeschlossen oder durch Sensoren überwacht.

An der Kammer ist eine

linke und rechte Handklappe montiert, durch welche die Werkstücke in die Kammer eingebracht werden. An den Handklappen befinden sich Sicherheitsendschalter, welche die Auslösung von Laserpulsen nur zulassen, wenn beide Klappen geschlossen sind. Weiterhin sind Sensoren angebracht, welche die Auslösung von Laserpulsen nur dann zulassen, wenn sich beide Arme des Bedieners in den Handöffnungen befinden.

An der bedienerseitigen Wand befindet sich ein

großflächiges Laserschutzfenster zur direkten Vorpositionierung der Werkstücke

An der Rückwand unten sind folgende Bedienelemente angebracht

- | | |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> links unten: | Drehregler für die Absaugleistung (optional) |
| <input type="checkbox"/> mitte unten: | Drehgeber zur SollwertEinstellung der Spannung |
| <input type="checkbox"/> rechts unten: | Drehgeber zur SollwertEinstellung der Pulsdauer / Pulsfrequenz |
| <input type="checkbox"/> links oben und links unten: | Düsen für die Schutzgaszufuhr zur Schweißstelle mit Absperrhahn |
| <input type="checkbox"/> rechts oben: | Kühlluftdüse zum Kühlen des Werkstückes |
| <input type="checkbox"/> rechts oben: | blauer Hebel zur Einstellung des Brennfleckdurchmessers |

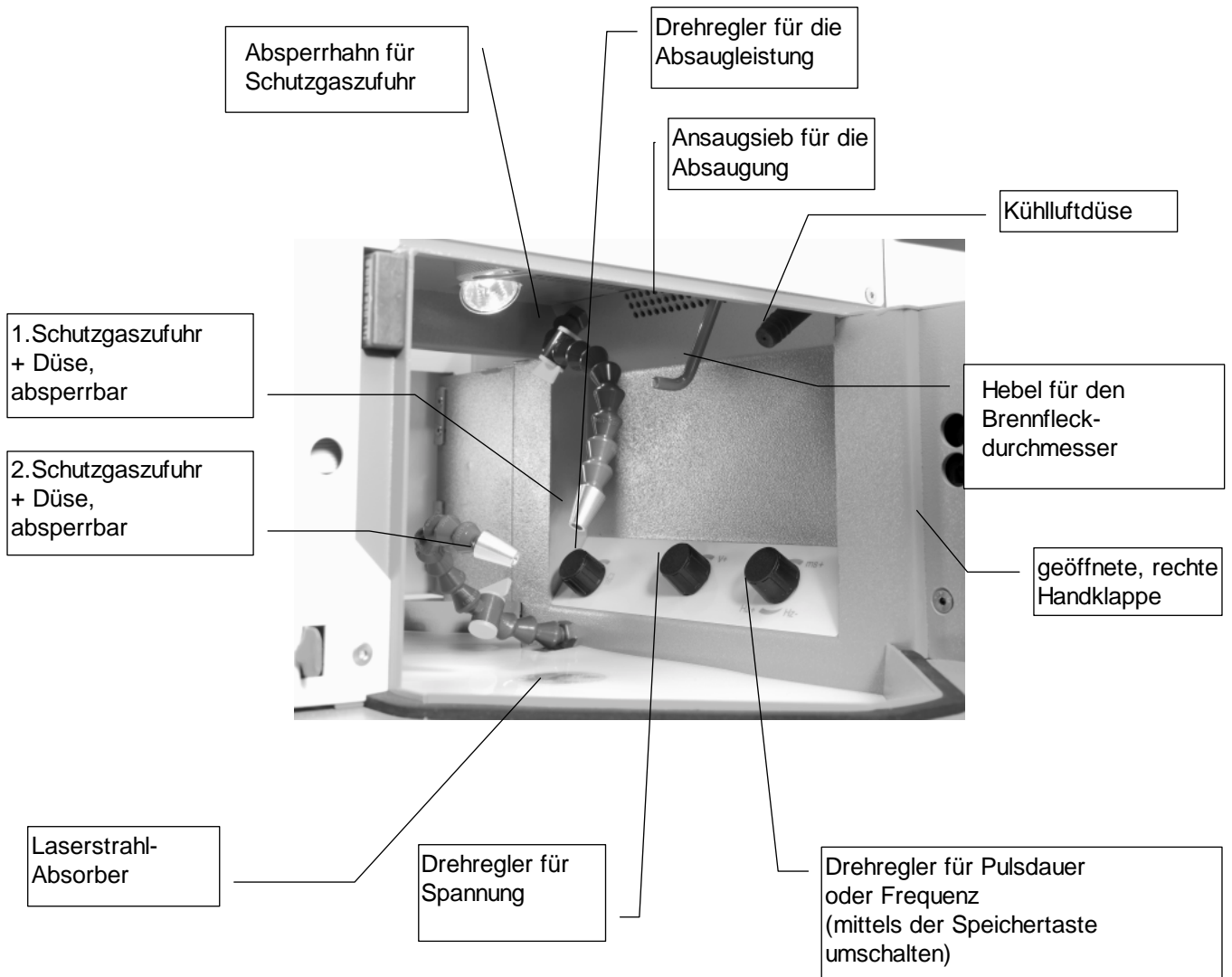
Neben dem Laserobjektiv links und rechts befinden sich

- je ein Halogenspot zur Beleuchtung der Werkstücke im Brennfleckbereich

An der Laseraustrittsöffnung

- sind die beiden Schutzgasdüsen mit Absperrhahn angebracht

Abbildung: Schweißkammer



Hauptschalter und Schlüsselschalter

- Hauptschalter Ein/Aus- bzw. NOT-AUS-Schalter für das Gesamtgerät. Er schaltet die Wasserpumpe ein/aus und gibt die Stromversorgung für die anderen Komponenten frei.
- Schlüsselschalter Über den Schlüsselschalter an der Steuerbox wird die Steuerung und der Lader ein bzw. ausgeschaltet.

Die Steuereinheit in Augenhöhe des Bedieners

Folgende Anzeigen bzw. Bedienelemente befinden sich an der Steuereinheit (Abbildung Seite 24):

- LED Punktraster-Display Das Display zeigt die Sollwerte für Spannung, Fokusbereich, Pulsdauer und Frequenz an. Es zeigt eine mögliche Fehlerursache im Klartext an. Dabei leuchtet gleichzeitig die LED in der Interlock/Reset-Taste. Der Lader ist dann abgeschaltet.
- LED ON Sie leuchtet grün, wenn die Steuerung über den Schlüsselschalter aktiviert wurde
- LED * READY Die LED * leuchtet rot, wenn der Laser nicht pulsen kann. Dies ist der Fall, wenn der Lader noch nicht fertig mit Laden oder nicht bereit ist, oder wenn der Lader wegen einer Fehlfunktion (siehe Interlock) abgeschaltet wurde
Die LED * leuchtet grün, wenn der Laserpuls durch den Fußschalter ausgelöst werden kann
- Taste *Shutter Zu* Die Taste schließt den Sicherheitsstrahlverschluss, dabei leuchtet die LED rot
- Taste *Shutter Auf* Diese Taste bereitet das Öffnen des Strahlverschlusses vor: Die LED **blinkt** grün. Sind beide Hände in den Handöffnungen, öffnet der Strahlverschluss, der Laser kann pulsen. Dabei leuchtet die LED ununterbrochen grün.

Die Parameter Spannung, Fokusbereich, Pulsdauer und Pulsfrequenz (V,Ø,ms,HZ) können mit dem Drehregler in der Bearbeitungskammer eingestellt werden.

Überschreiten die eingestellten Parameter die Ladeleistung des Laders, pulst der Laser mit der maximal möglichen Frequenz. Die dann reduzierte Frequenz wird angezeigt.

- Speichertaste [→•]:
Diese Taste dient zum Umschalten von der Pulsdauereinstellung [“ms”] zur Pulsfrequenzeinstellung [“Hz”]: Taste zweimal kurz hintereinander drücken;
es erscheint ein Pfeil vor der Frequenzanzeige [“Hz”].

In diesem Fall kann mit dem rechten Drehgeber in der Arbeitskammer die Frequenz eingestellt werden. Zum Umschalten zurück auf die Pulsdauereinstellung ist die Speichertaste nochmals zu drücken.

- Speichertaste [→•] und Speicher-Nummern-Tasten [“1”], [“2”], [“3”], [“4”]

Diese Tasten dienen zum Aufrufen von Parametersätzen aus dem Speicher und zum Speichern des auf dem Display angezeigten Parametersatzes, bestehend aus: Spannung (U), Pulsdauer (ms) und Frequenz (Hz). Es können insgesamt 16 Parametersätze unter den Bezeichnungen „1A“, „1B“, „1C“, „1D“, ... „4C“, „4D“ gespeichert werden.

Gespeicherten Parametersatz aufrufen:

Beispiel: Aufrufen aus dem Speicher mit der Bezeichnung „3C“: Taste [“3”] so oft drücken, bis „C“ im Display erscheint. Dabei erscheinen nacheinander die unter [3] gespeicherten Parametersätze. Begonnen wird mit dem zuletzt benutzten Speicher (z. B. „A“). Wird „C“ im Display angezeigt und die LED in Taste [“3”] leuchtet, ist der unter „3C“ gespeicherte Parametersatz aktuell.

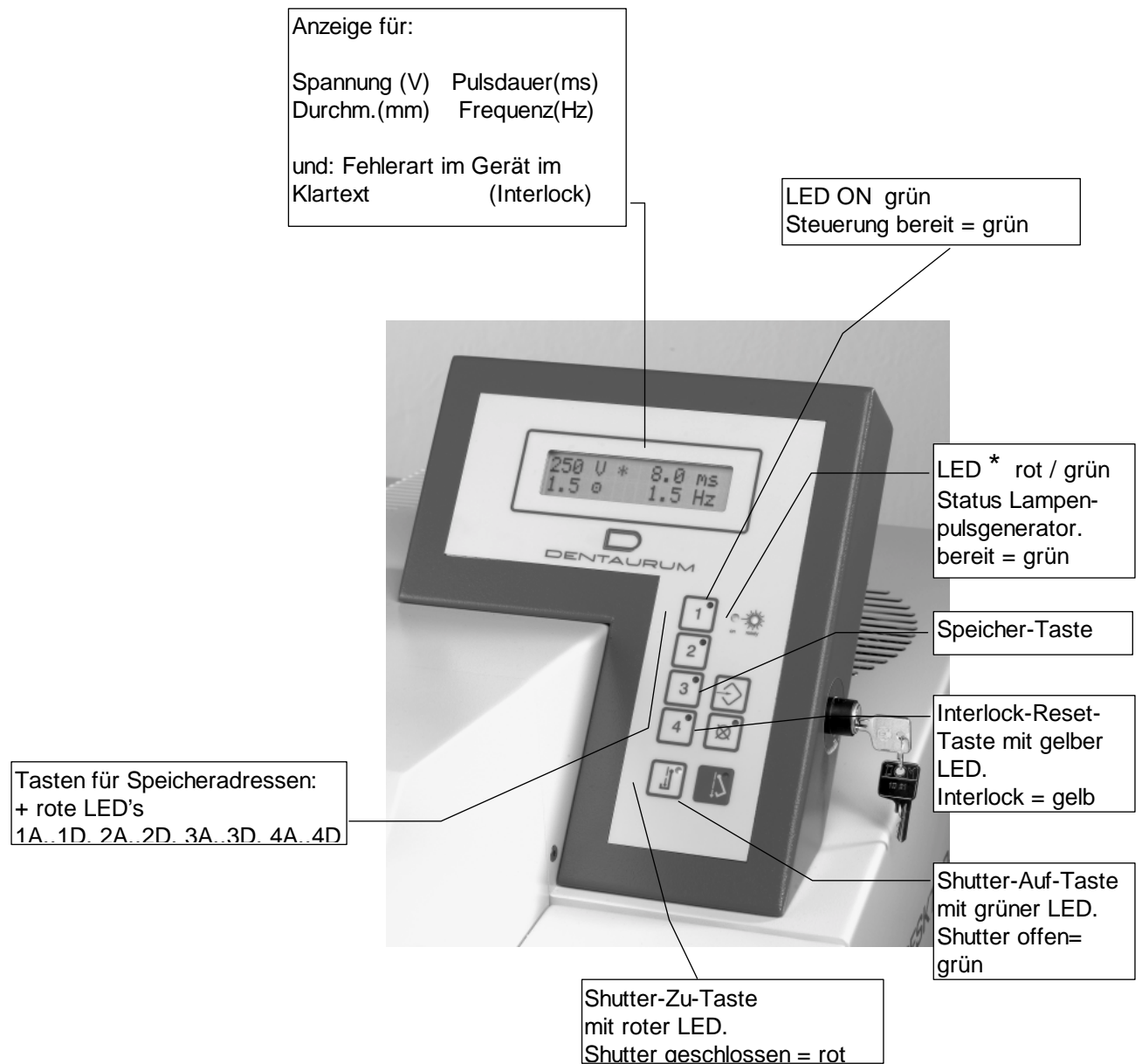
Parametersatz speichern:

Beispiel: Der angezeigte Parametersatz soll unter „4B“ gespeichert werden:

- 1.) Speichertaste [→•] drücken, „P“ blinkt im Display
 - 2.) unmittelbar danach (innerhalb von jeweils 0,75 sec.) Taste [“4”] so oft drücken, bis „B“ im Display erscheint.
 - 3.) Taste [“4”] loslassen, „P“ verschwindet im Display.
 - Der angezeigte Parametersatz ist gespeichert unter „4B“.
 - Die LED in Taste [“4”] leuchtet.
 - Der Parametersatz „4B“ ist aktuell.
- Interlock-Reset-Taste LED leuchtet orange im Falle einer Fehlfunktion,
Interlock mögliche Fehlerursache wird am Display angezeigt, der Lader ist dabei abgeschaltet,
nach Beseitigung des Fehlers wird das Gerät durch Betätigung der Taste wieder freigegeben (Reset).
“Temp lck”: Kühlwassertemperatur zu hoch (Fühler in den Lamellen des Wärmetauschers)
“Flow lck” : Kühlwasserdurchfluss zu niedrig (Sensor im Wasservorratsbehälter)
“Level lck”: Kühlwasserstand zu niedrig (Sensor im Wasservorratsbehälter)
“Saf shut lck”: Safety shutter/Sicherheitsstrahlverschluss defekt oder eine Versorgungsspannung fehlt (Siehe auch Seite 39ff)

siehe auch Seite 22

Ansicht der Steuereinheit



Drehregler

Parameter einstellen mit den Drehreglern

Folgende Parameter können über die Drehregler in der Bearbeitungskammer eingestellt werden:

| | |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| linker Drehregler | Absaugleistung stärker/schwächer (beim Laser mit integrierter Schweißrauchabsaugung) |
| mittlerer Drehregler | Spannung größer/kleiner |
| rechter Drehregler | Pulsdauer länger/kürzer oder Frequenz höher / niedriger |

Anschluss einer zentralen Laborabsaugung

Der Laser **ohne** integrierte Schweißrauchabsaugung kann über den Anschlussstutzen an der linken Seite des Lasers an eine zentrale Absauganlage angeschlossen werden. Dadurch wird der entstehende Schweißrauch zentral abgesaugt. Die Bohrung am Anschlussstutzen hat einen Innendurchmesser von 34 mm.

Schweißrauchabsaugung (optional)

Um den bei jeder Laserschweißung entstehenden schadstoffhaltigen Schweißrauch aus der Schweißkammer zu entfernen und dabei trotzdem die Atemluft im Raum nicht zu belasten, ist im Laser eine Schweißrauchabsaugung mit Filterelementen integriert (optional) .

Über ein Grobsieb in der Schweißkammer und einen flexiblen Schlauch gelangt die angesaugte schadstoffhaltige Luft in einen in der Absaugung eingebauten Kombifilter, bestehend aus Vorfilter und Schwebstofffilter. Dieser Schwebstofffilter ist in der Lage, feinste Partikel abzuscheiden (Filterklasse EU 13 / K 2).

Die Saugturbine befördert die gereinigte Luft durch seitliche Ausblasöffnungen nach außen in den Raum.

Die Absaugung wird nach jedem Laserpuls gestartet und schaltet sich ca. 15 bis 30 s nach dem Laserpuls automatisch wieder ab.

Installation



Vorsicht :

Das Gerät muss von autorisiertem Fachpersonal oder dem Dentaurum Kundendienst aufgestellt und in Betrieb genommen werden.

Bevor Sie einschalten, müssen Sie die Gebrauchsanweisung gelesen und verstanden haben! Erst danach das Gerät einschalten!

Das Gerät muss vor der ersten Inbetriebnahme bei der zuständigen Berufsgenossenschaft und der für den Arbeitsschutz zuständigen Behörde (z. B. Gewerbeaufsicht) angemeldet werden.

Umgebungsbedingungen für den sicheren Betrieb des Lasers

| | |
|---------------------------------|---------------|
| Umgebungstemperatur für Betrieb | 10°C ... 30°C |
| Transport- und Lagertemperatur | 5°C ... 45°C |
| Max. rel. Luftfeuchtigkeit | 70% |
| Max. Aufstellungshöhe ü. NN: | 3000 m |

Anschluss des Gerätes

Aufstellung

Der Tisch, auf welchen der Laser gestellt wird, muss eben sein. Eventuelle kleine Unebenheiten nur mit rutschfestem Material ausgleichen.

Geeigneter Platz:

Das Gerät muss an einen möglichst staubfreien und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützten Platz gestellt werden.

Der Platzbedarf ist äußerst gering: Standfläche: Breite 460 mm auf 800 mm Tiefe zuzüglich Sitzplatz.

Halten Sie einen genügend großen Abstand von der Geräterückseite zur Wand. So wird gewährleistet, daß die Kühlluft problemlos nach hinten ausgeblasen werden kann und das Gerät nicht überhitzt wird.

Elektrischer Anschluss:

Der elektrische Anschluss ist an einer normalen 230 V/50 Hz-Steckdose möglich:

190 - 240V / 50 - 60 Hz / 10A 1-phasig

Schutzgasanschluss:

Beachten Sie folgende Hinweise:

- Verwenden Sie als Schutzgas Argon 4.6.
- Benutzen Sie eine Gasflasche mit einem Inhalt von maximal 200 l.
- Stehende Flaschen müssen vorschriftsgemäß mit Ketten an der Wand befestigt werden.
- Das Durchflussregelventil für Argon soll auf einen Durchfluss von 8 l/min eingestellt werden.
- Der Gasschlauchdurchmesser beträgt 6 mm.
- Der Gasschlauch ist direkt neben dem Netzkabelanschluss am Lasergehäuse eingesteckt.
- Nicht vergessen: Nach Beendigung der Arbeit Ventil an der Gasflasche zudrehen.



Vorsicht : Gasflaschen müssen grundsätzlich bei der Lagerung und während des Betriebs vorschriftsmäßig gesichert werden.

Anschluss der integrierten Kühlluftdüse:

Den transparenten Gewebeschlauch neben dem Netzkabel- und Schutzgasanschluss an gereinigte Pressluft anschließen. Max. Pressluftdruck: 3 bar.

Kühlwasser in den Vorratsbehälter des Wärmetauschers einfüllen

Das Befüllen des Vorratsbehälters wird im Kapitel Wartungshinweise beschrieben (Seite 35). Bei der ersten Inbetriebnahme werden Sie von unserem Kundendienst mit dem Befüllen des Vorratsbehälters vertraut gemacht.

Bedienung



Vorsicht :

Bevor Sie einschalten, müssen Sie die Gebrauchsanweisung gelesen und verstanden haben! Erst danach das Gerät einschalten!

Einschalten

- Öffnen Sie die Argon-Gasflasche.
- Den Hauptschalter nach rechts auf Stufe „I“ drehen. Nach Lampen- oder Kühlwasserwechsel ca. 5 min. warten, bis sämtliche Luftblasen aus dem Kühlwasserkreislauf entfernt sind.
- Den Schlüsselschalter nach rechts drehen. Die Steuerung wird somit eingeschaltet.
- Nach dem Einschalten führt der eingebaute Mikroprozessor einen Selbsttest durch, um die wesentlichen Funktionen des Gerätes zu überprüfen. Der Test ist nach ca. 1 Minute abgeschlossen.
- Nach dem Selbsttest leuchtet die LED ON grün.
- Betätigen Sie die *Shutter-Auf*-Taste, das Gerät ist nun betriebsbereit.

Einstellen des Stereomikroskopes

- Einstellen des Augenabstandes:
Der Augenabstand ist richtig eingestellt, wenn Sie mit beiden Augen ein einziges, kreisrundes Bild sehen. In die Okulare blicken und die Tubusrohre mit beiden Händen zusammenschieben oder auseinanderdrücken
- Einstellen der Austrittspupille:
Der Abstand zwischen Auge und Okular beträgt ca 22 mm. Sie haben den richtigen Abstand gefunden, wenn Sie das volle Bildfeld ohne Abschattungen sehen. Führen Sie die Augen entsprechend langsam an die Okulare heran
- Augenmuschel am Mikroskop einstellen:
Wenn Sie keine Brille tragen und engen Kontakt mit den Okularen wünschen: Dioptrienring festhalten und Augenmuschel gegen den Uhrzeigersinn drehen, bis sie gelöst ist. Augenmuschel nach oben ziehen. Dioptrienring festhalten und Augenmuschel im Uhrzeigersinn festziehen. Wenn Sie Brillenträger sind, schieben Sie die Augenmuscheln in die unterste Stellung.
- Okulare auf die individuelle Sehschärfe einstellen:
Dioptrien an beiden Okularen auf "0" stellen. Im rechten Okular mit dem rechten Dioptrienring das Fadenkreuz scharf einstellen. Flaches Testobjekt (z.B. Blechstück) unter dem Laserobjektiv mittels des Titanrondenhalters so plazieren, dass es mit dem rechten Auge scharf zu sehen ist. Im linken Okular mit dem linken Dioptrienring das Testobjekt scharf einstellen, dabei die Lage des Testobjektes nicht verändern
- Jeder Bediener des Lasers braucht diese Einstellung nur einmalig vorzunehmen. Er sollte sich seine Werte (Anzahl der Striche in + / - Richtung bei beiden Okularen) notieren. Bevor er das nächste Mal mit dem Laser arbeitet, muss er diese Werte wieder einstellen. Nur so ist es möglich, dass alle Bediener des Lasers bei gleichen Focuseinstellungen mit gleichen Strahlverhältnissen arbeiten.**

Schweißen

- Öffnen sie die Handklappen, um das Werkstück in die Schweißkammer einzubringen
- Schließen Sie die Handklappen
- Damit ein Laserimpuls freigegeben werden kann, müssen beide Unterarme in die Öffnungen der Handklappen eingeführt werden
- Nehmen Sie zum ermüdungsfreien Arbeiten eine für Sie angenehme Sitzposition ein und stützen Sie Ihre Unterarme in entspannter Haltung auf den Eingriffen ab
- Positionieren Sie die Düse für die Schutzgaszufuhr so, dass das Werkstück bzw. die zu schweißende Stelle mit Argon abgedeckt wird
- Mit den beiden Drehreglern werden die Laserparameter eingestellt (siehe Seite 18)
- Mit den Händen die zu schweißenden Teile zusammenfügen und unter Beobachtung durch das Stereomikroskop positionieren:
 - ist das Werkstück scharf zu sehen, dann ist der senkrechte Abstand zum Laser- und Beobachtungsobjektiv korrekt
 - liegt das Fadenkreuz auf der Schweißstelle, dann ist die waagerechte Position des Werkstücks korrekt (der Laserbrennfleck stimmt mit dem Fadenkreuz überein)
- Achten Sie darauf, dass die Hände nicht direkt unter dem Fadenkreuz im Stereomikroskop erscheinen

Vorsicht : Der Laserstrahl kann lokale Verbrennungen verursachen!

- Halten Sie die positionierten Schweißteile ruhig
- Wenn Sie den Fußschalters antippen, wird zuerst die Schutzgaszufuhr ausgelöst (Stufe 1)
- Zur Laserpulsauslösung den Fußschalter weiter bis zur Stufe 2 drücken, dabei wird ein Laserpuls ausgelöst. Während des Pulses wird das Sichtfeld im Stereomikroskop kurz abgedunkelt, damit die Augen durch die bei der Schweißung entstehende Plasmafackel nicht geblendet werden
- Sollen weitere Punkte geschweißt werden, lassen Sie den Fußschalter weiterhin in Stufe 2 betätigt. Auf diese Weise können mehrere Schweißpunkte zu einer Schweißnaht gesetzt werden.
- Wenn keine weiteren Punkte geschweißt werden sollen, den Fußschalter loslassen
- Die Schutzgaszufuhr bleibt solange erhalten, wie Sie die Stufe 1 niedergedrückt lassen
- Soll die Schweißung korrigiert oder z. B. eine Naht geglättet werden, verändern Sie mit den Joysticks oder den Steuertasten die Laserparameter
- Ein zu heiß gewordenes Werkstück kann durch Hinauf- oder Hinabdrücken der schwarzen Luftdüse mit Druckluft gekühlt werden
- Sind alle Schweißungen erfolgt, öffnen Sie die Handklappen zum Entnehmen des Werkstückes

! Vorsicht : Wenn andere als die in der Gebrauchsanweisung angegebenen Bedienungs- oder Justiereinrichtungen benutzt oder andere Verfahrensweisen angewendet werden, kann dies zu gefährlicher Strahlungsexposition führen!

Verhalten bei Verbrennungen durch den Laserstrahl:

Wenn durch einen Laserimpuls oder einen Streustrahlungsreflex versehentlich ein Finger oder die Hand getroffen wurde, so kann eine kleine örtliche Verbrennung der Haut auftreten, vergleichbar mit einer Verbrennung durch einen heißen Lötkolben. Die unsichtbare infrarote Laserstrahlung erzeugt aufgrund ihrer Wellenlänge nur lokal begrenzte thermische Schäden, d.h. sie verhält sich wie „normale Wärmestrahlung“. Eine kleine Verbrennung auf der Haut durch einen Laserimpuls ist zwar relativ unkritisch, es sollte aber auf jeden Fall verhindert werden, dass sich die Wunde infiziert. Gegebenenfalls sollte die Brandwunde mit einem Wunddesinfektionsmittel desinfiziert werden. Je nach Stärke der Verbrennung muß die Wunde ärztlich versorgt werden.

Ausschalten

- Zum Ausschalten der Steuerung Schüsselschalter nach links drehen.
- Danach den Hauptschalter nach links auf „0“ drehen. Dadurch werden das Netzteil und die übrigen Gerätekomponenten ausgeschaltet.
- Gasflasche am Ventil schließen!



Vorsicht:

Den Laser immer erst am Hauptschalter und dann am Schüsselschalter einschalten!

Beim Ausschalten des Lasers immer zuerst den Schüsselschalter und dann den Hauptschalter betätigen. Bei Nichtbeachtung kann das Netzteil beschädigt werden.



Vorsicht:

Den Laser nicht zu oft hintereinander ein- und ausschalten! Nach dem Ausschalten des Hauptschalters min. 5 Minuten warten, bevor das Gerät wieder eingeschaltet wird.

Wartungshinweise

! Vorsicht: Bei allen Service-und Wartungsarbeiten niemals alleine arbeiten!
Sämtliche Arbeiten an den elektrischen und optischen Komponenten und Baugruppen des Gerätes dürfen nur von autorisiertem Fachpersonal oder dem Dentaurum Kundendienst durchgeführt werden.
Hotline: 0049-(0)7231-803-211

! Vorsicht: Nur am Gerät eingewiesene Personen dürfen am ausgeschalteten Laser Wartungsarbeiten vornehmen!

Sind Wartungs-/Servicearbeiten mit eingeschaltetem Laser notwendig, die ein Außerkraftsetzen der Laser-Sicherheitseinrichtungen erfordern, dann gilt für das Gerät **nur noch die Laserschutzklasse 4**: Alle im selben Raum anwesenden Personen müssen für die Wellenlänge des Lasers zugelassene **Schutzbrillen** tragen. Es empfiehlt sich, den Laserbereich durch Laserschutzwände oder Vorhänge einzuschränken, so dass nur Personen innerhalb des Laserbereiches eine Laser-Schutzbrille tragen müssen.

! Vorsicht: Für alle Wartungsarbeiten am Laser müssen die Unfallverhütungsvorschriften beachtet werden, insbesondere die

- BGV B2 (V B G 9 3) Laserstrahlung
- BGV A2 (V B G 4) Sicherheitsregeln bei Arbeiten an spannungsführenden Teilen

! Vorsicht : Vor Öffnen des Gerätes Netzstecker ziehen!

Checkliste 1

Regelmäßige Wartungsarbeiten sichern die dauerhafte Funktion Ihres Dentallasers. Folgende Punkte sind zu beachten:

Täglich vor Arbeitsbeginn sind folgende Baugruppen am Laser zu überprüfen:

- Ist das Sichtfenster verkratzt oder verschmutzt?
- Ist die Argonschutzdüse richtig positioniert?
- Besteht eine freie Durchsicht durch das Stereomikroskop oder ist das Objektivschutzglas verschmutzt?
- Reagieren die Lichtschranken an den Armeinführungen korrekt und ist das „Schalten“ des Laserstrahlverschlusses zu hören?
- Schalten die Anzeigeleuchten für den Laserstrahlverschluss flackerfrei von *rot* auf *grün*?
- Ist die Funktion des Fußschalter in Ordnung?
- Das Ansaugsieb für die Absaugung unbedingt sauber halten

Checkliste 2

Einmal monatlich sind folgende Überprüfungen vorzunehmen:

- Sind die Armeinführungsmanschetten beschädigt oder weisen sie undichte Stellen auf ? Sind die Halteschellen fest angezogen?
- Ist genügend deionisiertes Wasser im Vorratsbehälter?
- Lösen die Sicherheitsschalter nach dem Öffnen der Seitenklappen aus? Sind die Sicherheitsschalter fest montiert? Ist der Schließmechanismus der Seitenklappen in Ordnung ? Wird beim Öffnen der Seitenklappen der Laserstrahlverschluss geschlossen?
- Schaltet der Schlüsselschalter einwandfrei und ist er mechanisch richtig befestigt?
- Schaltet der Hauptschalter einwandfrei und ist er mechanisch richtig befestigt?

Der Abschluss eines Wartungsvertrages nimmt Ihnen einen Großteil dieser Aufgaben ab und dient der Werterhaltung Ihres Laserschweißgerätes!

Test der Laserjustage und des Strahlengangs

Einmal pro Woche oder wenn bei gewohnten Lasereinstellungen die Schweißergebnisse unbefriedigend erscheinen, sollte die Laserjustage überprüft werden. Dies sollte nur mit einem sauberen Objektivschutzglas durchgeführt werden.

- Legen Sie das Laserfotopapier auf den Boden der Arbeitskammer
- Stellen Sie den Fokusbereich auf $\varnothing 2,0\text{mm}$, die Schweißspannung auf 290 V und die Pulsdauer auf 2 ms ein. Lösen Sie dann einen Laserpuls aus.
- Abdruck auf dem Fotopapier kontrollieren:

Der Abdruck soll rund sein und nur einen kleinen aufgerauten schwarzen Rand haben. Die schwarze Fotoschicht soll gleichmäßig abgetragen sein. Ist der Rand ausgefranst oder sind kleine schwarze Punkte sichtbar, ist das Schutzglas für das Objektiv zu tauschen.

Ist der Fleck oval oder unzusammenhängend und unsymmetrisch, behindern entweder Gegenstände den Laserstrahl oder der Laser muss neu justiert werden. Das Justieren des Lasers darf nur vom Kundendienst durchgeführt werden!

Justage des Fadenkreuzes im Mikroskop

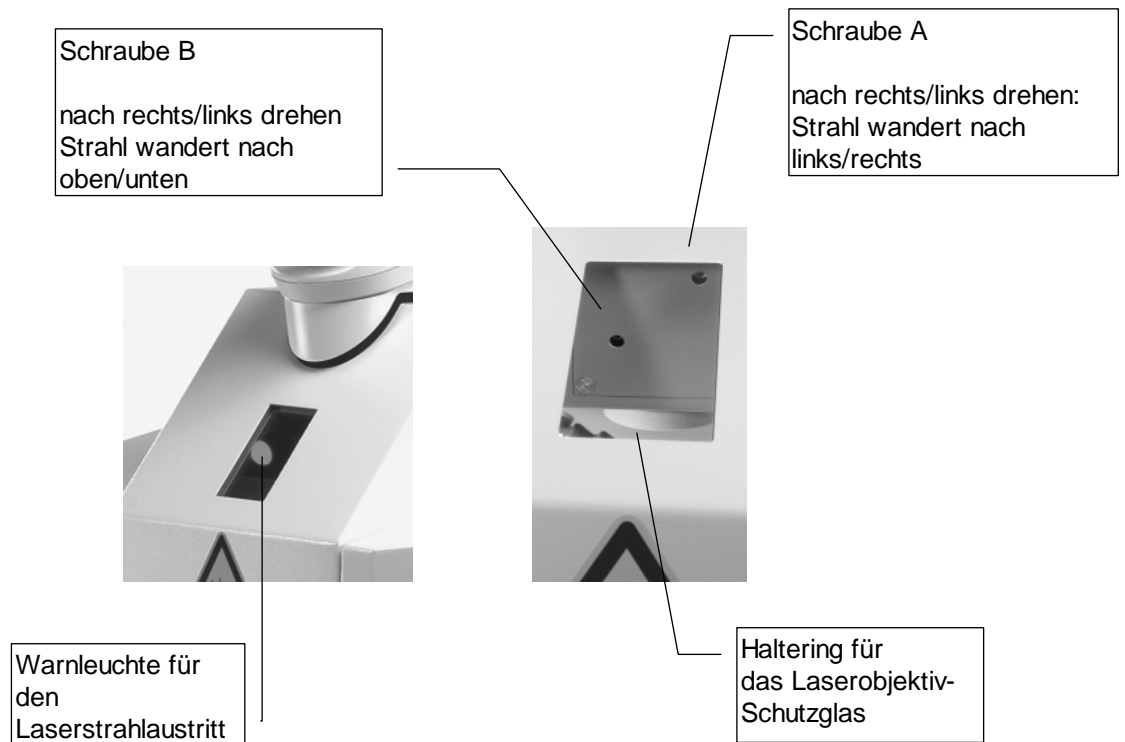
Mit dem Umlenkspiegel kann der Laserstrahl auf einfache Weise mit dem Fadenkreuz im Okular des Mikroskopes zur Deckung gebracht werden. Direkt unterhalb des Mikroskopes innerhalb der Arbeitskammer ist der Spiegel samt Stellschrauben montiert (neben dem gelbem Warnschild).

- Stellen Sie einen kleinen Hubtisch auf den Boden der Arbeitskammer und legen Sie einen Papierblock mit kariertem Papier oder eine Titanronde auf den Hubtisch. Die Karos auf dem Papier im Mikroskop scharf einstellen.
- Am Gerät eine Spannung von 300 V und eine Pulsdauer von 1 ms einstellen. Den Fokusbereich auf $\varnothing 0,7$ mm einstellen und dann den Laserschuss auslösen. Den Papierblock so verschieben, dass der Fokusfleck genau in einem Kreuzungspunkt der Karos auf dem Papier erscheint.
- Direkt von der Arbeitskammer aus kann der Umlenkspiegel so geneigt werden, dass der Fokusfleck genau im Fadenkreuz des Mikroskopes zu sehen ist (siehe Zeichnung):
Dreht man die Schraube A (mit einem Innensechskantschlüssel 3 mm) nach rechts, wandert nach dem Auslösen des Laserimpulses der Schweißpunkt nach links.
Dreht man die Schraube B nach rechts, wandert wandert nach dem Auslösen des Laserimpulses der Schweißpunkt nach oben.

Siehe auch Seite 34

Lage der Justageschrauben des Umlenkspiegels

Blick durch das vordere Laserschutzfenster (nach Abnahme der Blende)



Befüllen des Vorratsbehälters mit Kühlwasser

Der Vorratsbehälter des Wärmetauschers muss immer ausreichend mit deionisiertem Wasser gefüllt sein (optimaler Wasserstand: ca. 2 cm über dem Füllstandsmesser / Schwimmer).

Zum Befüllen des Vorratsbehälters gehen Sie folgendermaßen vor:

- Schalten Sie das Gerät aus. Danach den Netzstecker ziehen
- Die Innensechskantschraube am Gehäuseoberteil abschrauben und nach hinten zurückschwenken
- Deckel des weißen Wasserbehälters aufschrauben und abnehmen / mit Schraubenzieher o. ä. heraushebeln
- Den Wasserbehälter mit frischem deionisiertem Wasser bis ca. 4 cm unter den Rand befüllen
- Den Netzstecker anschließen und den Schlüsselschalter auf *AUS* drehen, Hauptschalter auf *EIN* drehen
- Warten Sie ca. 1 Minute, bis die Luft aus dem Kühlsystem entwichen und der Filter abgesunken ist. Eventuell muss destilliertes oder deionisiertes Wasser bis ca. 2 cm über den Partikelfilter nachgefüllt werden
- Das Gerät ausschalten und den Netzstecker erneut ziehen
- Den Wasserbehälter wieder verschließen und den Deckel festschrauben
- Das Gehäuseoberteil schließen und mit den Innensechskantschrauben verschrauben

Wechsel des Partikelfilters im Vorratsbehälter des Wärmetauschers

Das Partikelfilter muss ca. alle 12 Monate oder nach 1000 Betriebsstunden des Gerätes ausgetauscht werden. Gleichzeitig ist das deionisierte Wasser zu wechseln (ca. 3 l).

- Schalten Sie das Gerät aus. Danach den Netzstecker ziehen
- Die beiden Innensechskantschrauben an der Seite des Gerätes abschrauben und Gehäuseoberteil zurückschwenken.
- Deckel des weißen Behälters aufschrauben und abnehmen / mit Schraubenzieher o. ä. heraushebeln
- Wasser mit einem Schlauch ansaugen und in einen Behälter auslaufen lassen
- Den Zulaufschlauch zum Partikelfilter (weißer zylindrischer Behälter) abschrauben
- Den alten Filter entnehmen und einen neuen Filter einsetzen
- Den Wasserbehälter wieder mit frischem deionisiertem Wasser befüllen
- Danach den Zulaufschlauch anschrauben. Dabei auf Knickfreiheit achten
- Den Netzstecker anschließen und den Schlüsselschalter auf *AUS* drehen, Hauptschalter auf *EIN* drehen
- Warten Sie ca. 2 Minuten, bis die Luft aus dem Kühlsystem entwichen ist und der Filter abgesunken ist. Eventuell muss destilliertes oder deionisiertes Wasser bis ca. 2 cm über den Partikelfilter nachgefüllt werden
- Das Gerät ausschalten und den Netzstecker erneut ziehen
- Den Deckel verriegeln. Dabei auf knickfreien Verlauf der Schläuche achten
- Das Erdungskabel wieder anstecken und das Gehäuseoberteil wieder schließen und mit der Innensechskantschraube verschrauben

Wechsel des Filters in der Schweißrauchabsaugung (optional)

Wenn im Display die Meldung *AIR FILTER* erscheint, dann muss das Filter in der Schweißrauchabsaugung gewechselt werden. In diesem Fall ist das Filter zu 80% mit Partikeln zugesetzt.

Der Filterwechsel lässt sich verzögern, wenn die Absaugleistung mit dem Drehregler in der Arbeitskammer erhöht wird (siehe Seite 19).

- Das Gerät am Hauptschalter ausschalten und Netzstecker ziehen
- Je eine Innensechskantschraube rechts und links an dem Gehäuseoberteil abschrauben. Die Verkleidung abziehen und das Erdungskabel abstecken
- Den Deckel über dem Schwebstofffilter abschrauben. Holzfiltereinsatz herausziehen.
- Den neuen Filtereinsatz hineinschieben, die Moosgummidichtung zeigt zur Mitte hin.
- Den Deckel über dem Schwebstofffilter wieder anschrauben.
- Danach das Erdungskabel an die Verkleidung stecken, Verkleidung wieder einpassen und anschrauben



Vorsicht:

Der Partikelfilter enthält Rückstände aus dem Schweißrauch! Filter nicht reinigen und wiederverwerten sondern fachgerecht entsorgen.

Wechsel des Objektivschutzglases

Wenn das Objektivschutzglas zu stark verschmutzt oder defekt ist, wird dieses gegen eine neues Glas ausgetauscht;

- Das Gerät am Hauptschalter einschalten
- Schwenken Sie die Handklappen zur Seite
- Umfassen Sie mit einer Hand die Unterseite des Laserobjektives und drehen Sie den gerändelten Haltering nach links
- Drehen sie den Haltering auf und entnehmen Sie ihn zusammen mit dem Schutzglas
- Das alte Schutzglas entfernen und das neue in den Haltering einlegen. Dieser wird wieder zusammen mit dem neuen Schutzglas auf das Objektiv aufgeschraubt

Lampenwechsel



Vorsicht :

Lampe kann unter mechanischer Spannung stehen. Beim Lampenwechsel Schutzbrille tragen. Den Lampenwechsel nur durch Kundendienst oder autorisiertes Fachpersonal durchführen lassen!

- Das Gerät am Hauptschalter ausschalten und Netzstecker ziehen.
- Warten Sie mindestens 3 Minuten bis alle Teile frei von elektrischen Spannungen sind.
- Gehäuseoberseite / Lüfterhaube nach hinten klappen, dazu je 2 Inbusschrauben links und rechts herausschrauben.
- Die 4 Innensechskantschrauben des Laser-Metallbehälters ganz nach oben schrauben. Den Stecker des Flachbandkabels abstecken und Deckel leicht anheben
- Die 6 Innensechskantschrauben am weißen Deckel des Laserkopfes lösen und den Deckel leicht anheben, bis das Kühlwasser hörbar abgefließen ist.
- Danach die obere vergoldete Reflektorhälfte abnehmen.
- Je eine Innensechskantschraube an den Spannbügeln der beiden Lampenanschlüsse vollständig lösen und den Spannbügel abnehmen.
- Das rote und das schwarze Lampenkabel an den braunen Isolierklemmen abschrauben.
- Das weiße Druckstück und den O-Ring von den Anschlußkabeln abziehen.
- Danach die alte Lampe vorsichtig aus dem Laserkopf in Richtung Laserstrahl ziehen. Wenn die Lampe geborsten ist, die Glasreste vorsichtig mit einer Pinzette entfernen.
- Die neue Lampe vorsichtig einführen.
- Die Teile in umgekehrter Reihenfolge wieder zusammensetzen, dabei die O-Ringe nicht vergessen!
- Vergewissern Sie sich, dass die Spannbügel festsitzen und die Innensechskantschrauben angezogen sind. Die Schrauben des weißen Laserkopfdeckels müssen gleichmäßig angezogen sein. Die Schrauben des Laser-Metallbehälters sollten **nur leicht angezogen** werden!
- Den Netzstecker einstecken und **nur** den Hauptschalter einschalten.
- Die Wasserpumpe ca. 3 Minuten eingeschaltet lassen und warten, bis die Luft aus dem Kühlwasserkreislauf gepumpt ist.
- Das Gerät ausschalten und den Netzstecker ziehen.
- Nach dem Ausschalten mindestens 3 Minuten warten.

- Die zwei Schlitzschrauben des Laser-Metallbehälters ganz nach oben schrauben und den Deckel nochmals abnehmen.
- Prüfen Sie, ob der Laserkopf und der Wasserkreislauf dicht sind.
- Den Deckel des Laser-Metallbehälters wieder aufsetzen und die Schrauben leicht anziehen.
- Das Gehäuseoberteil wieder anbringen und das Erdungskabel anschließen.
- Den Netzstecker einstecken, Gerät nochmals zwei Minuten in Betrieb lassen, bis der Wasserkreislauf endgültig entlüftet ist.
- Nach der Betätigung des Schlüsselschalters ist das Gerät wieder betriebsbereit.

Mögliche Fehler, ihre Ursachen und ihre Beseitigung

| Fehler | Anzeige | mögliche Ursache | Beseitigung |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| <i>Folgender Fehler tritt nach dem Einschalten des Gerätes mittels Hauptschalter auf:</i> | | | |
| Gerät zeigt keine Funktion | keine Anzeige | Gerätestecker nicht gesteckt | Gerätestecker einstecken |
| Pumpe läuft nicht | | Steckdose ohne Strom | Laborabsicherung überprüfen |
| Lüfter läuft nicht an | | Sicherung F3/F4 durchgebrannt | Kundendienst |
| Beleuchtung bleibt dunkel | | | |
| <i>Folgender Fehler tritt nach dem Einschalten des Gerätes mittels Schlüsselschalters auf:</i> | | | |
| Display und Anzeige ohne Funktion | keine Anzeige | Sicherung F3/F4 durchgebrannt | Kundendienst |
| | | 24V Versorgung für Steuerung defekt | |
| Display und Anzeige leuchten. | z.B. „ROM TEST“ | Flachbandstecker für Steuerplatine | Kundendienst |
| Display zeigt nach Selbsttest der Steuerung nicht den zuletzt eingestellten Parametersatz an. | | locker bzw. nicht eingesteckt. | |
| | | Flachbandstecker für Lüfterplatine | |
| | | locker/nicht eingesteckt. | |

| Fehler | Anzeige | mögliche Ursache | Beseitigung |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laser pulst, jedoch Fehlermeldung | Air Filter (Optional) | Luffilter in der Absaugung ist voll | Filter austauschen (optional) |
| Laser pulst nicht | LED ON = grün Und LED * = rot Taste Interlock = dunkel | <ul style="list-style-type: none"> Lader hat nicht auf Sollspannung aufgeladen Sicherung F1 / F2 abgefallen * Lader hat sich zwangsabgeschaltet, da <ul style="list-style-type: none"> Ladespannung zu hoch. thermische Überlastung allgemein thermische Überlastung nach häufigem Aus-/Einschalten vorliegt. | Kundendienst Kundendienst Schlüsselschalter aus und ca. 10 min warten, danach über Schlüsselschalter am Gerät einschalten |
| | LED ON = grün | * Handklappe(n) offen | Handklappen schließen |
| | LED * = grün | * Hände sind nicht weit genug in der Schweißkammer. | Hände vollständig einführen |
| | Shutter Auf = blinkt grün | Lader noch nicht bereit | kurze Zeit abwarten |
| | Einspiegelung im Okular blinkt | | |
| Laser pulst nicht | LED ON = grün | * Fußschalter nicht tief genug durchgetreten | bis zum Anschlag durchtreten |
| | LED * = grün | | |
| | Shutter Auf = grün | * Lampe defekt | Kundendienst, Lampe wechseln |
| | LED ON = grün | * Fehlfunktion im Gerät, | |
| | LED * = rot | Lader ist abgeschaltet. | |
| | Taste INTERLOCK = gelb und * „HEX lck“ (* „HEX Interlock“) | kurzzeitige Störung im Kühlwasserkreislauf, weil z. B. Kühlwasserniveau oder Durchfluss an der Ansprechgrenze der Sensoren liegen! | Kühlwasser auffüllen bis über den weißen Deckel hinaus Wenn Kühlwasserstand in Ordnung, Partikelfilter wechseln |
| | * „Temp lck“ (* „Temp Interlock“) | Kühlwassertemperatur > 50°C | Kundendienst, Schlüsselsch. aus Lüfter und Pumpe ca 10 min. laufen lassen, neu einschalten |
| | * „Flow lck“ (* „Flow Interlock“) | Kühlwasserdurchfluss zu niedrig | Kundendienst |
| | | * Knick im Schlauch | Schlauchführung prüfen |
| | | * Pumpe defekt | Kundendienst |
| | | * Filter verstopft | Partikelfilter wechseln |

| Fehler | Anzeige | mögliche Ursache | Beseitigung |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | * „Level lck“ (* „Level Interlock“) * „Saf Shut lck“ (* „Safety Shutter Interlock“) | Kühlwasserstand zu niedrig Sicherheitsstrahlverschluß defekt | Kühlwasser auffüllen bis über den weißen Filterdeckel hinaus Kundendienst |
| Laserpulsenergie ist zu niedrig bei gewohnten Einstellungen | übliche Parameter | * Schutzglas verschmutzt * Fokusbildmesser zu groß * Lampe gealtert * Laser dejustiert | Schutzglas reinigen oder austauschen Fokusbildmesser verkleinern Lampe wechseln, Kundendienst oder Spannung höher einstellen Laser justieren |
| Lasers lässt sich nicht wie Gewöhnlich fokussieren Strahldurchmesser zu groß | übliche Parameter | * Schutzglas verschmutzt * Okulare des Mikroskops nicht richtig eingestellt * Werkstück falsch positioniert | Schutzglas austauschen Fadenkreuz scharfstellen im rechten Okular Werkstück in der Höhe so positionieren, dass es im Beobachtungsmikroskop scharf zu sehen ist |
| Laserschweißfleck und Fadenkreuz überdecken sich nicht | übliche Parameter | Umlenkspiegel für die Laserstrahl- umlenkung dejustiert | Umlenkspiegel justieren |
| Laserschweißfleck ist unrund oder eckig oder ausgefranst | übliche Parameter | * Laser dejustiert * Abschattung durch Gegen- stände im Strahlengang * Laserstabfassungen undicht Wasser im Strahlengang * Schutzglas gesprungen | Kundendienst nach Lampenwechsel keine Kabel im Strahlengang lassen! Kundendienst Schutzglas tauschen |
| Laserschweißfleck ungleich- mäßig verteilt | übliche Parameter | * Schutzglas verschmutzt, Schweißspritzer auf Glasfläche * Laser stark dejustiert | Schutzglas reinigen oder austauschen Kundendienst |

| Fehler | Anzeige | mögliche Ursache | Beseitigung |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laser bohrt tief in das Werkstück, Material spritzt | übliche Parameter | * Fokussdurchmesser zu klein, oder Leistung zu hoch eingestellt | Fokussdurchmesser größer einstellen oder Schweißspannung niedriger wählen |
| Laser schmilzt trotz niedrig eingestellter Leistung ein Loch in ein dünnes Blech | z.B. 210 V 2 ms | * Legierung mit zu hohem niedrigschmelzenden Anteil thermischer Kontakt zum Untergrund zu gering, Wärme staut sich | blechförmiges Material gut anpassen und anpressen damit Wärme abgeleitet wird |
| Schweißung hat Risse | | Es wurde eine Stahllegierungen mit einem C-Gehalt >0,3% gewählt | Stahllegierung auswählen mit C- Gehalt <0,3% und evt. Pulsdauer >10 ms und Fokussdurchmesser > 1 mm wählen. |
| Bei Schweißung unterschiedlicher Materialien: verdampft Material A, schmilzt Material B | | * Schmelzpunkt Material A < Material B * Material A hat höhere Laserstrahl- absorption als Material B | Fleckanteil auf Material B relativ zu Material A vergrößern und Parameter neu wählen |
| Teile verziehen sich beim Schweißen | | Schweißpunkte erzeugen Zugspannungen an der Oberfläche | 1. Schritt: mit einigen Pulsen Material zusammenheften 2. Schritt: Abwechselnd Material von zwei Seiten festschweißen, nicht einseitig tiefschweißen! |

Ersatzteilliste

ErsatzteileREF

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Partikelfilter im Wasserbehälter | 908-231-50 |
| Filtereinsatz in der Schweißrauchabsaugung (Gilt nur für Laser mit REF: 090-591-00) | 908-235-50 |
| Vorfiltermatte für Schweißrauchabsaugung..... | 908-236-50 |
| Laserblitzlampe | 908-232-00 |
| Schutzglas für das Objektiv | 908-234-00 |
| Plexiglasschutz für Laserschutzfenster 100x70mm | 907-922-00 |
| Halogenlampe mit Kaltlichtreflektor | 908-316-00 |
| 1 Stulpe für die Handklappe | 907-926-00 |

Service - Zubehör

| | |
|----------------------------------------------------------------|------------|
| Laserschutzbrille | 090-512-00 |
| 1 Blatt-Format DIN A4- Nachweispapier für Laserstrahlung | 907-877-00 |

Technische Daten

Mechanische Abmessungen:

| | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Höhe x Breite x Tiefe | 460 x 550 x 800 mm |
| Gewicht | ca. 78kg |
| elektrischer Anschluss: | 200 V - 300 V / 50 Hz - 60 Hz / 10 A |

Laser:

| | |
|----------------------------|------------------------|
| Laserkristall | Nd:YAG |
| Wellenlänge | 1.06 µm |
| max. gemittelte Leistung | 20W |
| Impulsenergie | 50mJ - 30J |
| Impulsspitzenleistung | 3kW |
| Impulsdauer | 0.5 - 15 ms |
| Impulsfrequenz Einzelpuls. | max.5 Hz |
| Brennfleckdurchmesser | 0.2 - 2.0 mm |
| Fokuseinstellung | integriert, mechanisch |

Beobachtungsoptik:

Stereomikroskop, mit Brillenträgerokularen, Sehfelddurchmesser 16mm.

Programmspeicher:

Speicherplätze für 16 Bearbeitungsvarianten

Absaugung:

optional / mit Schwebstofffilter Kl. EU13/K2

Kühlluftdüse

integriert

Schutzgasdüse

2-fach / einzeln absperrbar und justierbar

Kühlung:

integriert / Wasser-Luft-Wärmetauscher

EG-KONFORMITÄTSERKLÄRUNG

im Sinne der EG-Arbeitsmittelrichtlinie 89/655 EWG

Hiermit erklären wir, **Dentaurum**
J.P.Winkelstroeter KG
Turnstraße 31
75228 Ispringen

dass das nachfolgend bezeichnete Arbeitsmittel aufgrund seiner Konzipierung und Bauart sowie in der von uns in Vertrieb gebrachten Ausführung den einschlägigen grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsbestimmungen der EG-Richtlinie entspricht.

Bei einer nicht mit uns abgestimmten Änderung des Arbeitsmittels verliert diese Erklärung ihre Gültigkeit.

Bezeichnung: **Handwerkliches Laserschweißgerät zum Einsatz in Wohnbereichen und in Industrieumgebung**

Typ **Dentallaser DESKTOP Compact**

REF 090-590-00 und 090-591-00

Serien-Nr. ab 124- 001 und 130-001

Einschlägige EG-Richtlinien

EG-Arbeitsmittelrichtlinie (89/655 EWG)

EG-Niederspannungsrichtlinie (73/ 023 EWG)

EG-Richtlinie Elektromagnetische Verträglichkeit (89/336 EWG)

Angewandte harmonisierte Normen, insbesondere:

EN 292-1

EN 60825 Sicherheit vor Laserstrahlung

EN 60204 elektrische Ausrüstung von Maschinen

EN 207 Laserschutzfilter

EN 50081-1 Grenzwertkl. B Störaussendung (Verschärfte Form, für Haushalt und leichte Industrieumgebung)

EN 50082-2 Störfestigkeit (Verschärfte Form, für Industrieumgebung)

Angewandte nationale Vorschriften, insbesondere:

BGV B2 [VBG 93] Unfallverhütungsvorschriften Laserstrahlen

BGV A2 [VBG 4] Unfallverhütungsvorschriften elektrische Anlagen und Betriebsmittel

Datum / Hersteller-Unterschrift: 

Angaben zum Unterzeichner: i.V.Dipl.Ing.(FH)K.Merkle
 Fertigungsleiter

Unterweisungsbestätigung

Nachfolgend aufgeführte Personen bestätigen mit Ihrer Unterschrift, dass Sie die vorliegende Gebrauchsanweisung gelesen haben und über den bestimmungsgemäßen Gebrauch und die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften belehrt worden sind:

Dentaurum Laserschweißgerät Desktop Compact, Geräte Nummer: _____

| Name | Vorname | Datum | Unterschrift |
|------|---------|-------|--------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Anlage Unfallverhütungsvorschriften Laserstrahlung BGV B2 (VBG 93)

Zahntechnische Gebrauchsanweisung

Dentaurum Dentallaser Desktop Compact

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|----------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Vorbemerkung | 2 |
| 2. Vorteile der Laserschweißtechnik | 2 |
| 3. Werkstoffeigenschaften und Laserschweißbarkeit | 2 |
| 3.1. Physikalische Eigenschaften | 2 |
| 3.2. Oberflächenbeschaffenheit des Metalls | 3 |
| 3.3. Legierungszusammensetzung | 3 + 4 |
| 4. Physikalische Laserbegriffe | 5 |
| 5. Vorgehensweise bei zahntechnischen Laserschweißungen | 6 |
| 5.1. Legierungseigenschaften | 6 |
| 5.2. Beurteilung der Schweißflächen | 6 |
| 5.3. Vorbereitung der Schweißstellen | 7 |
| 5.3.1. Präparation eines Stoßkontaktes | 7 + 8 |
| 5.3.2. Qualität des Stoßkontaktes | 8 |
| 5.3.3. Zentrischer Stoßkontakt | 8 + 9 |
| 5.3.4. Breiter Schweißspalt | 9 |
| 5.4. Schweißzusatzmaterial | 9 |
| 5.4.1. Vorgefertigtes Zusatzmaterial | 9 + 10 |
| 5.4.2. Gegossenes Zusatzmaterial | 10 |
| 5.5. Vorbereitung des Laserschweißgerätes | 10 |
| 5.5.1. Sauberkeit des Objektivschutzglases | 10 |
| 5.5.2. Schutzgasabdeckung | 10 |
| 5.6. Einstellung der Schweißparameter | 11 |
| 5.6.1. Die Schweißleistung in der zahntechnischen Umsetzung | 11 |
| 5.6.2. Spannung | 11 |
| 5.6.3. Pulsdauer | 11 |
| 5.6.4. Wechselbeziehung von Spannung und Pulsdauer | 11 + 12 |
| 5.6.5. Fokusslage | 12 |
| 5.7. Schweißablauf | 13 |
| 5.7.1. Kontrolle und Beurteilung der Gesamtschweißtiefe | 13 |
| 5.7.2. Fixierschweißen | 13 |
| 5.7.3. Tiefenschweißen | 13 + 14 |
| 5.7.4. Tiefenschweißen mit Zusatzmaterial | 14 |
| 5.7.5. X-Naht Verschweißung | 14 + 15 |
| 5.7.6. Schweißnähte | 15 |
| 5.7.7. Materialauftrag | 15 |
| 5.7.8. Laserstrahlausrichtung | 16 |
| 5.7.9. Glätten | 16 |
| 5.8. Schweißrisse | 16 |
| 5.9. Verschweißen unterschiedlicher Werkstoffe | 16+17 |
| 5.10. Schweißen nahe Kunststoff und Keramik | 17 |
| 5.11. Frequenzeinstellung | 17 |
| 5.12. Laserschweißungen im Kieferorthopädie-Orthodontiebereich | 18-22 |
| 5.13. Anwendungsbeispiele Prothetik | 23 |

Zahntechnische Gebrauchsanweisung

Dentaurum Dentallaser Desktop Compact

1. Vorbemerkung

Der Schweißlaser in der Zahntechnik nutzt das infrarote Lichtspektrum. Er bewirkt an der Schweißstelle eine konzentrierte Wärmeeinbringung, in dessen Bereich das Metall lokal zum Schmelzen gebracht wird.

2. Vorteile der Laserschweißtechnik

Die immer breitere Verwendung des Lasers in der Zahntechnik läßt sich zwanglos aus den zahlreichen Vorteilen ableiten, die mit ihm zu erzielen sind:

- rationelles Arbeiten = enorme Zeitersparnis
- korrosionsfeste Fügetechnik ohne Lot
- homogenes Gefüge
- mechanisch hochbelastbar
- geringste Wärmeeinflußzone, dadurch weniger Verzug
- Arbeiten nahe Keramik und Kunststoff möglich
- problemloses Verbinden, Erweitern, Reparieren
- einsetzbar für fast alle Dental-Legierungen und Titan

DENTAURUM stellt mit seinen Dental-Lasern der Zahntechnik Geräte zur Verfügung, mit denen alle Vorteile der Laserschweißtechnik optimal für das Labor genutzt werden können, denn es sind Geräte, die gezielt an den fachlichen Bedürfnissen des Zahntechnikers orientiert entwickelt wurden. Sie integrieren moderne Lasertechnik, Sicherheit, benutzergerechte Ergonomie und einfache Bedienung mit kompakten Abmessungen.

3. Werkstoffeigenschaften und Laserschweißbarkeit

3.1. Physikalische Eigenschaften

Für jedes Dental-Metall und für jede Dental-Legierung wird wegen der unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften, wie z.B. Schmelzpunkt und Wärmeleitfähigkeit, eine spezifische Pulsleistung benötigt.

Die nachstehende Tabelle gibt für einige, in der Zahntechnik verwendete Basis-Metalle bzw. wichtige Legierungselemente für die Beurteilung wichtige physikalische Kennwerte an:

| Basismetall | Wärmeleitfähigkeit W/mK | spez. Wärmekapazität (bez. auf 1 g) J/gK | Dichte P g/cm ³ | spez. Wärmekapazität (bez. auf 1 cm ³) J/cm ³ K | Schmelzpunkt °C |
|-------------|-------------------------|------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Au | 316 | 0,125 | 19,19 | 2,399 | 1064 |
| Pd | 75 | 0,244 | 12,02 | 2,933 | 1554 |
| Ag | 418 | 0,460 | 10,49 | 4,825 | 960 |
| Cu | 393 | 0,385 | 8,96 | 3,450 | 1083 |
| Zn | 113 | 0,380 | 7,14 | 2,710 | 419 |
| Co | 100 | 0,422 | 8,90 | 3,907 | 1493 |
| Ni | 92 | 0,439 | 8,90 | 3,907 | 1455 |
| Cr | 67 | 0,460 | 7,19 | 3,309 | 1890 |
| Ti | 22 | 0,523 | 4,51 | 2,395 | 1668 |

(u.a. nach Kappert, H., Titan als Werkstoff für die zahnärztliche Prothetik und Implantologie, DZZ 49, 1994/8)

Die Bedeutung der physikalischen Kennwerte ergibt sich aus den folgenden Überlegungen:

Eine niedrige **Wärmeleitfähigkeit** konzentriert die einfallende Laserenergie auf den Ort der Schweißstelle und ist deshalb für das Laserschweißen positiv.

Metalle bzw. Legierungen mit niedriger Wärmeleitfähigkeit, wie z.B. Titan oder Kobalt-Chrom-Legierungen, benötigen geringere Schweißenergien als solche mit hoher Wärmeleitfähigkeit, wie z.B. Goldlegierungen.

Die spezifische Wärmekapazität sagt aus, wieviel Energie benötigt wird, um 1 g des zu schweißenden Werkstoffs um 1 K (= 1 °C) zu erwärmen.

Da beim Laserschweißen eine volumenmäßige Betrachtung richtiger ist, muss die Dichte (= spezifisches Gewicht, Masse pro cm³) mit betrachtet werden.

Aus beiden ergibt sich die notwendige Energie, um 1 cm³ des Werkstoffs um 1K zu erwärmen.

3.2. Oberflächenbeschaffenheit des Metalls

Laserstrahlen verhalten sich optisch wie Lichtstrahlen. Glänzende Oberflächen können einen Großteil des Laserstrahls reflektieren, so dass die zum Schweißen verfügbare Energie reduziert wird. Empfehlenswert ist deshalb eine sandgestrahlte Oberfläche. Metalle mit starkem Reflektionsvermögen, wie z.B. Gold, benötigen beim Schweißen deshalb auch eine höhere Energie.

3.3. Legierungszusammensetzung

Die Zusammensetzung der Legierung hat ebenfalls Einfluss auf die Qualität der Laserschweißung:

Edelmetall-Legierungen

Die Laserschweißbarkeit der Edelmetall-Legierungen ist im Allgemeinen als gut zu bezeichnen. Legierungselemente mit hohem Dampfdruck können jedoch die Schweißung durch starke Reaktionen (Verdampfung) negativ beeinflussen. Dies trifft in besonderem Maße auf Legierungen mit hohem Zinkgehalt (ab ca. 2%) zu.

Bei Legierungen mit hohem Silbergehalt (ab ca. 20 %) sowie titanhaltigen Goldlegierungen kann die Laserschweißbarkeit ebenfalls beeinflusst werden.

Eine grundsätzliche Abhängigkeit der Laserschweißneigung vom Gold- oder Edelmetallgehalt besteht jedoch nicht.

Edelmetallfreie Legierungen und Metalle

Titan

Titan als Reinmetall ist sehr gut laserschweißbar. Auf eine gute Schutzgasabdeckung der Schweißstelle ist unbedingt zu achten, um Versprödungen durch Sauerstoffaufnahme zu vermeiden.

CoCr-Legierungen:

Die Laserschweißbarkeit von CoCr-Legierungen ist vom Kohlenstoffgehalt abhängig. CoCr-Kronen- und Brücken-Legierungen sind in der Regel kohlenstofffrei und gut schweißbar (z.B. remanium® 2000+, remanium® segura).

Bei den CoCr-Modellgusslegierungen sind solche ohne oder mit niedrigem Kohlenstoffgehalt vorzuziehen, um Versprödungen zu vermeiden. Ideal sind Legierungen wie remanium® GM 900 (kohlenstofffrei) oder remanium® GM 800+ (0,2 % C) bzw. remanium® GM 380+ (0,2 % C). Zusatzmaterial bei CoCr-Legierungen sollte grundsätzlich kohlenstofffrei sein, wie z.B. der Dentaurum-CoCr-Laserschweißdraht Ø 0,35 mm, REF 528-210-00, Ø 0,5 mm, REF 528-200-50. Die kohlenstofffreien CoCr-Kronen- und Brücken-Legierungen wie z.B. remanium® 2000+ eignen sich ebenfalls als Zusatzwerkstoffe. So können auch höher kohlenstoffhaltige Legierungen lasergeschweißt werden.

CoCr-Drähte wie Redur, Crozat oder Wiptam sind als Zusatzmaterial **nicht geeignet!**

Sollen diese, z. B. als Retentionsdraht, verwendet werden, erfolgt das Verschweißen unter Verwendung der genannten Zusatzmaterialien.

Ni-Cr-Legierungen

Nickel-Chrom-Legierungen, wie z.B. remanium® CS, sind ebenfalls gut laserschweißbar. Ideales Zusatzmaterial ist der NiCr-Laserschweißdraht Ø 0,5 mm, REF 528-200-00.

Werkstoffkombinationen

Wegen der Vielfalt der auf dem Dentalmarkt erhältlichen Legierungen und damit möglichen Kombinationen ist eine detaillierte Aussage in Bezug auf einzelne Legierungen kaum möglich. Bitte sprechen Sie den jeweiligen Legierungshersteller an.

Einen generellen Überblick über nach unseren Erfahrungen mit guter bzw. akzeptabler Schweißqualität mögliche (X,x) und nicht oder weniger empfehlenswerte (-) Kombinationen vermittelt die nachstehende Tabelle:

| | CoCr | Au- (hochg.) | Au- (red.) | PdCu | PdAg | Ti |
|-----------------|------|-----------------|---------------|------|------|----|
| CoCr | X | X | X | - | - | - |
| Au- (hochg.) | | X | X | X | x | - |
| Au- (red.) | | | X | X | x | - |
| PdCu | | | | X | x | - |
| PdAg | | | | | x | - |
| Ti | | | | | | X |

Die Angaben stützen sich auf unsere Erkenntnisse und können nur Anhaltswerte geben für eine Auswahl von Werkstoff-Kombinationen. Eine Zusicherung von Eigenschaften wie mechanische Haltbarkeit und Korrosionsbeständigkeit ist damit nicht verbunden.

Grundsätzlich sollte bei Laserschweißverbindungen verschiedener Werkstoffe untereinander das Korrosions-Risiko (z. B. Entstehung von Lokalelementen) nicht außer acht gelassen werden. Im Zweifelsfall wenden Sie sich bitte an Ihren Legierungshersteller.

4. Physikalische Laserbegriffe

Pulsenergie

Jeder Laserpuls hat einen bestimmten Energieinhalt, die Pulsenergie. Die Pulsenergie wird in Joule = Wattsekunden angegeben, z. B. 30 J.

Pulsleistung

Leistung heißt: Energie pro Zeiteinheit. Sie wird in J/sec = Watt (oder kJoule/sec = kiloWatt, kW) angegeben. Die Pulsleistung gibt deshalb an, welche Pulsenergie pro Zeiteinheit abgegeben wird.

Puls-Spannung, Puls-Zeit

Damit die zum Laserschweißen innerhalb sehr kurzer Zeit erforderlichen Pulsenergien und -Leistungen abgerufen werden können, wird (elektrische) Energie auf Vorrat gespeichert. Die Speicherung erfolgt in einer sogenannten Kondensatorbank. Der Speicherinhalt dieser Kondensatorbank ist ein Maß für die Pulsenergie. Mittels der Einstellparameter Spannung (in Volt) und Entladezeit (in Millisekunden) kann diese Energie zum Schweißen abgerufen werden.

Eine Erhöhung der Spannung bei konstanter Pulszeit erhöht die abgerufene Pulsenergie ebenso wie eine Erhöhung der Pulszeit bei konstanter Spannung.

Eine Entnahme von gleicher Pulsenergie in kürzerer Zeit erhöht die Pulsleistung, da die gleiche Energie in kürzerer Zeit nur bei höherer Leistung verfügbar ist.

Fokus

Die Fokusverstellung ermöglicht es, den Durchmesser des Laserstrahls zu verstellen. Der Durchmesser im Arbeitspunkt kann dabei sowohl verkleinert als auch vergrößert werden.

An dieser Stelle ist der Begriff "Energiedichte" zu betrachten. Energiedichte heißt: Energie pro Fläche (z. B. J/cm²). Über den Durchmesser des Laserstrahls ergibt sich eine kreisförmige Fläche, über die sich die Energie des Laserstrahls verteilt. Eine Verkleinerung des Strahldurchmessers bewirkt eine kleinere Fläche und damit die Übertragung gleicher Energie bei höherer Energiedichte.

5. Vorgehensweise bei zahntechnischen Laserschweißungen

5.1. Legierungseigenschaften

Wie schon im Kapitel 3.3. beschrieben, haben die in der Prothetik eingesetzten Legierungen unterschiedliche Eigenschaften, die sowohl die Qualität der Laserschweißung beeinflussen, als auch durch ihr unterschiedliches Wärmeleit- und Reflektionsverhalten, sehr unterschiedliche Schweißenergien beanspruchen.

Im Unterschied zum "Löten" ist die eingesetzte Energie nicht unmittelbar von der Schmelztemperatur der Legierung abhängig.

Beispielsweise benötigt eine niedrigschmelzende Edelmetall-Legierung wesentlich höhere Laserschweißenergien als CoCr oder Titan, die eine viel höhere Schmelztemperatur besitzen.

Praktisch alle gängigen Dentallegierungen sind laserschweißbar, jedoch mit unterschiedlichen Qualitäten in Bezug auf Festigkeit und Spritzverhalten.

Alle im Labor gebräuchlichen Legierungen müssen daher vorab untereinander verglichen werden, damit die speziellen Eigenheiten beim Schweißverhalten berücksichtigt werden können.

Bei Schweißungen von Legierungen unbekannter Zusammensetzung muss zuerst eine Versuchsschweißung ausgeführt werden. (Ermittlung der Festigkeit und Schweißtiefe durch Brechen des Schweißpunktes).

5.2. Beurteilung der Schweißflächen

Grundsätzlich muss bei der Vorbereitung einer Schweißung auf die Gussqualität der Schweißfläche geachtet werden.

Insbesondere bei Reparaturen muss die Schweißfläche unter dem Mikroskop des Laserschweißgerätes beurteilt werden.

Für eine Schweißung besonders negative Merkmale sind:

- lunkriges Gussgefüge
- dunkle Flecken an der Schweißfläche (Karbidausscheidungen)
- Lotreste an den Grenzflächen

Bei Zutreffen eines dieser Merkmale muss die Schweißfläche durch Beschleifen so vorbereitet werden, dass wieder ein sauberes Basismaterial vorliegt. Gegebenenfalls muss sogar ein größeres Stück herausgetrennt werden.

Glänzende Metalloberflächen reflektieren einen Teil des Laserlichtes. Die Oberfläche des Metalls muss deshalb durch Sandstrahlen oder Beschleifen mit Steinen mattiert werden.

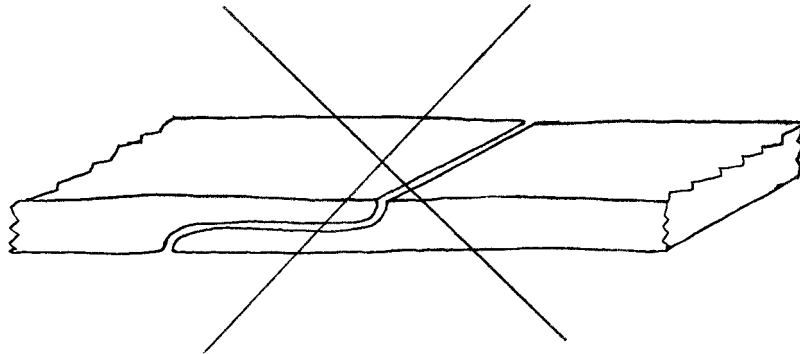
5.3. Vorbereitung der Schweißstellen

5.3.1. Präparation eines Stoßkontaktes

Laserschweißen unterscheidet sich bezüglich der Vorbereitungsarbeiten grundsätzlich vom Löten.

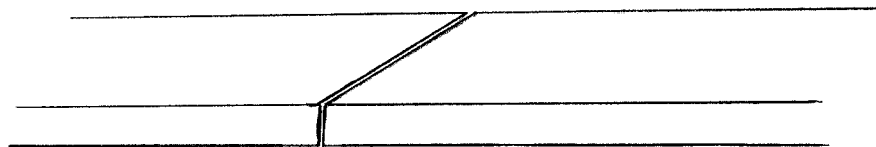
Das beim Löten übliche Überlappen der Werkstücke, das zur Vergrößerung der Lötfläche dient, ist beim Laserschweißen kontraindiziert.

Lötzubereitung:



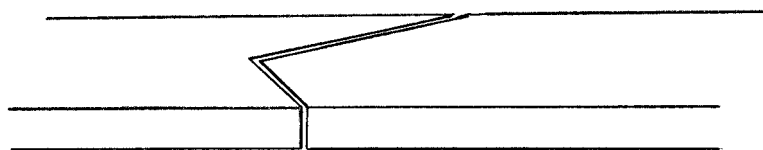
Beim Laserschweißen wird immer ein stumpfer Stoßkontakt gesucht, der ein gegenseitiges Verschweißen von oben und unten ermöglicht.

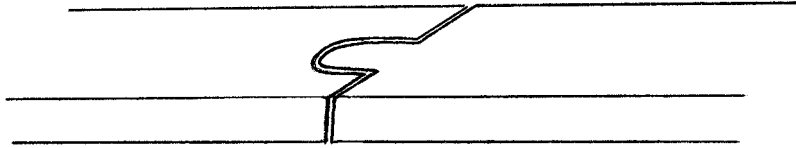
Laservorbereitung:



In Fällen von erhöhter Beanspruchung oder schlechter schweißbarer Legierungen kann die Stoßfläche auch vergrößert werden.

Beispiele:





Gleich wie die Stoßflächen gestaltet sind, es muss immer ein gleichgerichtetes Schweißen von der gegenüberliegenden Seite möglich sein. Nur dadurch können auftretende Spannungen ausgeglichen werden.

5.3.2. Qualität des Stoßkontaktes

Je passgenauer die verschweißte Arbeit sein soll, desto exakter muss der Stoßkontakt vorbereitet werden.

Ein Spalt von bis zu 0,2 mm kann zwar vom Laserstrahl überbrückt werden, jedoch werden sich hier beide Teile zusammenziehen.

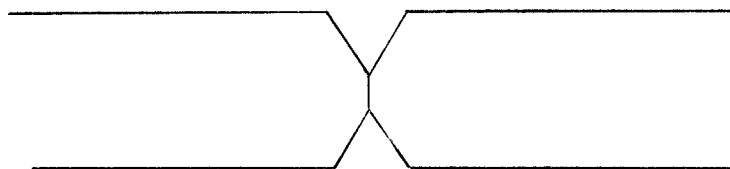
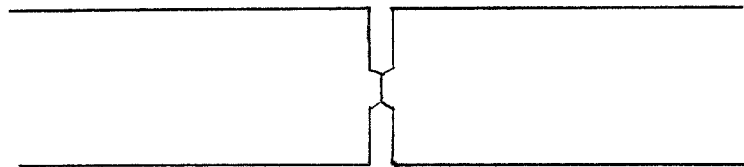
Achtung!

Je größer die geforderte Passgenauigkeit ist, desto mehr muss auf einen spaltfreien Stoßkontakt geachtet werden!

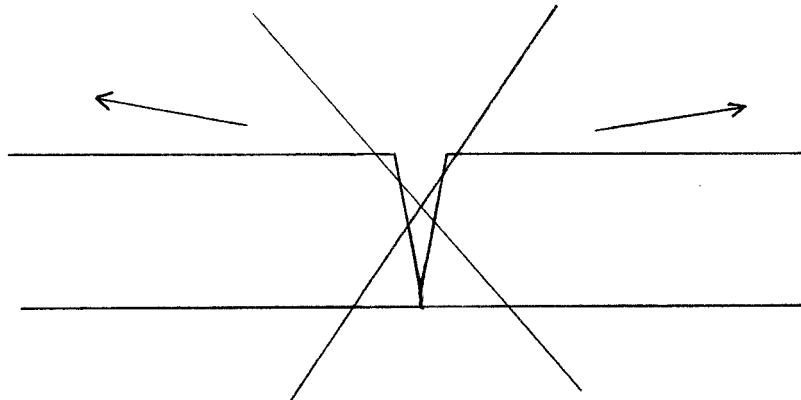
5.3.3. Zentrischer Stoßkontakt

Da es in der Praxis oftmals nicht einfach ist, einen über die gesamte Schweißfläche gleichmäßigen Stoßkontakt zu schaffen, muss zumindest ein zentrischer Stoßkontakt vorbereitet werden.

Möglichkeiten der Vorbereitung:



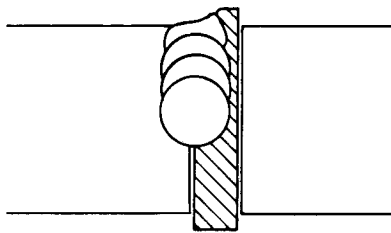
Fehlerhafter Stoßkontakt:



Hier entsteht unweigerlich ein Verzug der Laserschweißung, da die Schweißung oben auf Grund des größeren Spaltes stärker kontrahiert.

5.3.4. Breiter Schweißspalt

Bei einem breiten Schweißspalt muss artgleiches Material eingelegt und zuerst nur auf einer Seite verschweißt werden. Anschließend wird die eigentliche Verbindungsschweißung durchgeführt.



5.4. Schweißzusatzmaterial

Die Bedeutung von geeignetem Schweißzusatzmaterial ist entscheidend für eine hohe Qualität der Laserschweißverbindung.

5.4.1. Vorgefertigtes Zusatzmaterial

Für drahtförmiges Zusatzmaterial liegt die ideale Dimensionierung zwischen 0,35 und 0,5 mm Querschnitt.

Dentaurum liefert hierfür geeignetes Material aus

| | | | | |
|------------------------|-------------------|---------------|----------|----------------|
| • CoCr | Laserschweißdraht | Ø 0,35 mm | mattiert | REF 528-200-50 |
| | | Ø 0,50 mm | mattiert | REF 528-210-00 |
| • Titan | Laserschweißdraht | Ø 0,4 mm | | REF 528-039-50 |
| | | Ø 0,7 mm | | REF 528-040-50 |
| | | Ø 1,0 mm | | REF 528-041-00 |
| | | Ø 1,2 mm | | REF 528-042-00 |
| • Titan gewalzt | | 0,25 x 3,0 mm | | REF 528-044-00 |
| | | 0,5 x 1,5 mm | | REF 528-043-00 |
| • NiCr | Laserschweißdraht | 0,5 mm | | REF 528-220-00 |

Die meisten Edelmetalllegierungen werden heute ebenfalls als dünnes Drahtmaterial von den Legierungsherstellern angeboten.

Achtung!

Vorgefertigtes Material ist grundsätzlich dem selbstgegossenen Material vorzuziehen.

5.4.2. Gegossenes Zusatzmaterial

Wenn eine Legierung nicht als vorgefertigtes Material zur Verfügung steht, kann dieses mit gewissen Einschränkungen auch selbst gegossen werden.

Dünne Drähte unter einem Durchmesser von 0,6 mm lassen sich nur sehr schwer vergießen.

Es sollten jedoch von allen im Labor gängigen Legierungen Stangen von unterschiedlichem Querschnitt (0,6 bis 3,0 mm) und Plättchen etwa in der Stärke einer Trennscheibe (auch dicker) gegossen werden.

Die Vorbereitungsarbeit beim Schließen eines Schweißspaltes wird dadurch wesentlich vereinfacht.

Achtung!

Beim Gießen von CoCr-Schweißzusatzmaterial ist abweichend vom Prinzip der gleichen Legierung als Zusatzmaterial immer auf eine kohlenstofffreie Legierung wie remanium® GM 900, remanium® 2000+ oder remanium® segura zurückzugreifen!

5.5. Vorbereitung des Laserschweißgerätes

Vor Arbeitsbeginn sind grundsätzlich folgende Bereiche am Laserschweißgerät zu kontrollieren:

5.5.1. Sauberkeit des Objektivschutzglases

Da sich sowohl Metallspritzer als auch Schweißrauch am Objektivschutzglas anlagern können, muss dieses regelmäßig gesäubert (mit Kleenex und Alkohol) und bei Bedarf auch ausgetauscht werden. Der Laserstrahl wird bei verschmutztem Glas abgeschwächt und die Leistung dadurch z. T. stark reduziert.

5.5.2. Schutzgasabdeckung

Zur Verhinderung einer unkontrollierten Aufnahme von Sauerstoff während des Laserschweißvorganges empfiehlt sich generell eine Abdeckung der Schweißstelle mit Argon. Ganz besonders wichtig ist dies bei Reintitan und Titanlegierungen.

Position der Schutzgasdüse ca. 5 mm vor dem Objekt (im linken Okular des Mikroskops sichtbar).

Der korrekte Abstand der Argondüsenöffnung wird mit einer Titanscheibe (Referenzmuster im Lieferumfang des Geräts enthalten) ermittelt:

Einstellparameter des Laserschweißgeräts: Spannung 270 V, Pulsdauer 5 ms. Argon-Durchflussmenge 8 l/min.

Titanscheibe im Focus scharf stellen und Argondüse möglichst nahe von schräg oben an die Schweißstelle bringen.

Vor dem Auslösen des Schweißvorgangs über den Fußschalter ca. 3–5 sec vorspülen (halbes Durchdrücken des Fußschalters), dann Schweißvorgang auslösen (Fußschalter ganz durchdrücken). Bei optimaler Argonspülung hat der gelaserte Punkt eine silbern glänzende Metalloberfläche. Bei verfärbter Oberfläche Argondüse näher an das Objekt bringen und/oder Winkel der Argondüse verändern und Vorgang wiederholen, bis das erforderliche Oberflächenaussehen erreicht ist. Die so ermittelte Position der Argondüsenöffnung nicht mehr verändern und regelmäßig überprüfen!

Hinweis: Die vollgelaserte Titanscheibe kann durch einfaches Abstrahlen immer wieder verwendet werden.

5.6. Einstellung der Schweißparameter

5.6.1. Die Schweißleistung in der zahntechnischen Umsetzung

Basierend auf den im Kapitel 4. erklärten physikalischen Grundbegriffen, ist die Schweiß-„Leistung“ Ihres Laserschweißgerätes regelbar und wird durch 4 Parameter bestimmt:

- Spannung
- Pulsdauer
- Wechselbeziehung von Spannung und Pulsdauer
- Fokusslage

5.6.2. Spannung

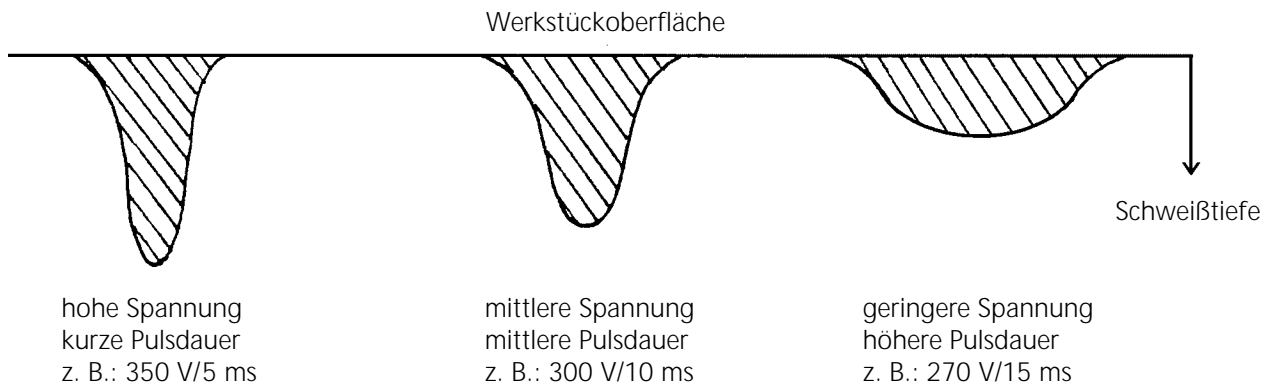
Die Spannung regelt die Schweißtiefe. Eine Erhöhung der Spannung führt zu einer größeren Schweißtiefe, eine Verringerung zu einer reduzierten Schweißtiefe.

5.6.3. Pulsdauer

Die Pulsdauer wird durch die Einwirkzeit des Laserimpulses bestimmt. (0,5 - 15 ms). Sie beeinflusst sowohl den Schweißpunktdurchmesser als auch die Festigkeit der Laserschweißnaht.

5.6.4. Wechselbeziehung Spannung und Pulsdauer

Die Parameter Spannung und Pulsdauer stehen in einer Wechselbeziehung und müssen in Abhängigkeit von Materialstärke, Zusammensetzung und Schweißaufgabe abgestimmt sein. Grundsätzlich kann festgestellt werden, daß extreme Unterschiede in den Parametern zu vermeiden sind (z. B. sehr hohe Spannung und sehr geringe Pulsdauer oder sehr geringe Spannung und sehr hohe Pulsdauer). Die Zusammenhänge sind nachstehend schematisch dargestellt:



Durch die Einstellung der entsprechenden Schweißparameter können so zum einen massive Elemente wie Unterkieferbügel oder massive Zwischenglieder sicher verbunden werden, da Materialstärken bis ca. 4 mm durch beidseitiges Schweißen durchgeschweißt werden können. Auf der anderen Seite sind aber auch feinste Schweißungen wie an Implantaten oder Geschiebeteilen durch Reduzierung der Leistungsabgabe sicher durchführbar.

Weiches Schweißen

Weiches Schweißen bedeutet: Schweißen mit höherer Pulsdauer und niedrigerer Spannung. Eine Verbindung, die z. B. mit den Parametern 280 V/12 ms durchgeschweißt wird (weiches Schweißen), hat ein besseres und stabileres Schweißgefüge als eine Verbindung, bei der mit höherer Spannung und geringerer Pulsdauer die gleiche Eindringtiefe erreicht wurde

Wenn die Platzverhältnisse es zulassen, sollte daher dieses weiche Schweißen angewendet werden.

Bei ausreichender Wandstärke wird dabei, abhängig von der Legierung, mit Pulsdauer-Zeiten von ca. 10 ms gearbeitet, z. B. bei CoCr-Modellguss-Legierungen Pulsdauer min. 8 – 10 ms.

Die Spannung wird danach einjustiert und ggf. auf einen niedrigeren Wert eingestellt.

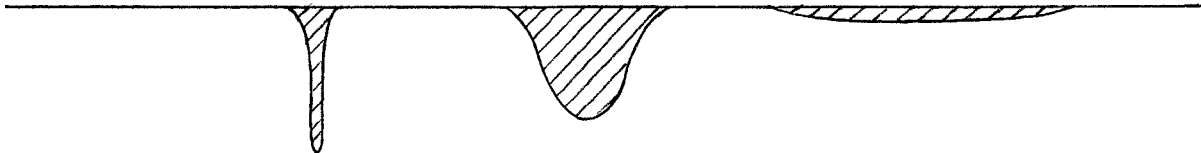
5.6.5. Fokusslage

Der Durchmesser des Laserstrahls im Brennpunkt kann durch die Fokusverstellung von 0,2 bis 2,0 mm variiert werden. Mit kleinem Fokussdurchmesser kann deshalb an sehr engen Stellen punktförmig geschweißt werden, während mit großem Fokussdurchmesser breitflächig verschwemmt werden kann.

Eine sehr enge Einstellung des Brennfleckdurchmessers bringt den Laserstrahl in eine Bohrstellung. Dies führt in der Regel zu unkontrollierten Materialauswürfen und schlechter Verbundfestigkeit.

Eine sehr breite Einstellung des Brennfleckdurchmessers schmilzt das Metall nur oberflächlich an. Eine Tiefenschweißung kann damit nicht erzielt werden, jedoch ein Glätten oder sogar Polieren.

Der zum Schweißen ideale Fokussdurchmesser liegt bei 0,6 bis 0,8 mm, der in Einzelfällen verändert werden kann.



5.7. Schweißablauf

Nachdem alle in Kapitel 5.1. bis 5.6. beschriebenen Vorbereitungsmaßnahmen durchgeführt wurden, kann der eigentliche Schweißvorgang beginnen.

5.7.1. Kontrolle und Beurteilung der Gesamtschweißtiefe

Vor dem Fixieren auf dem Meistermodell wird die Gesamtstärke der auszuführenden Schweißung beurteilt.

Auf Basis der eingesetzten Legierung, dem eventuell noch vorhandenen Spalt und der ermittelten Schweißtiefe wird ein entsprechender Schweißparameter festgehalten.

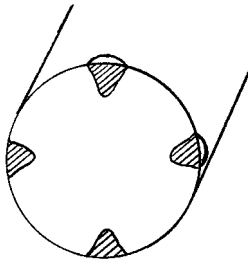
5.7.2. Fixierschweißen

Für ein verzugfreies Schweißen sind außer der sauberen Vorbereitungsarbeit das richtige Platzieren der Schweißpunkte von ebenso großer Bedeutung.

Grundsätzlich gilt:

Je geringer die eingesetzte Schweißenergie, desto kleiner ist die Verzugsgefahr.

Das zu verschweißende Werkstück wird deshalb zuerst auf dem Meistermodell über ein Fixierschweißen zusammengeheftet.



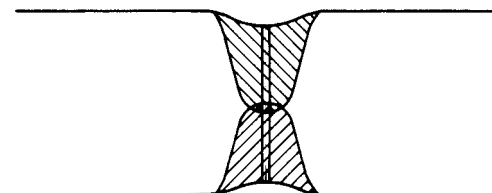
Wie in der Abbildung dargestellt, werden 4 gegenüberliegende Schweißpunkte mit niedriger Energie gesetzt. Je nach Anwendungsfall wird mit einer Schweißtiefe von 0,15 bis 0,3 mm gearbeitet.

Wenn möglich, werden die ersten Punkte immer dort gesetzt, wo der beste Stoßkontakt sichtbar ist. Die Arbeit wird vom Modell abgehoben und auf Spannungsfreiheit überprüft.

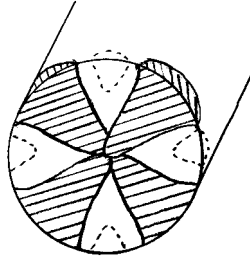
5.7.3. Tiefenschweißen

Diagonal zu den gesetzten Fixierpunkten wird mit einer der Gesamtstärke der Verschweißung entsprechenden Energie die Tiefenschweißung durchgeführt.

Dabei ist immer auf ein gegenüberliegendes, beidseitiges Schweißen mit Überlappung der Nahtwurzel zu achten.



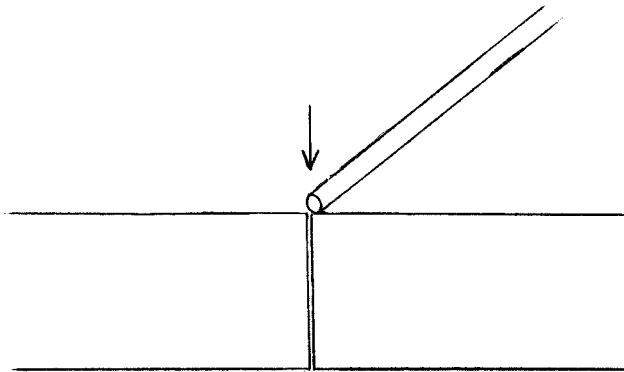
Nach dem Setzen der 4 gegenüberliegenden Tiefenschweißpunkte kann auch über die gesetzten Fixierpunkte hinweg, die Verschweißung der noch offenen Zwischenräume vorgenommen werden.



5.7.4. Tiefenschweißen mit Zusatzmaterial

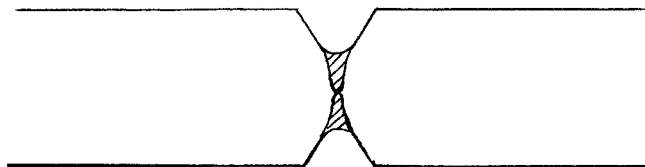
Bei vielen Schweißaufgaben ist es von Vorteil, geeignetes Zusatzmaterial (0,35 bis 0,5 mm) während des Tiefenschweißvorgangs mit in den Schweißspalt einzuwerfen. Damit wird fehlendes Material gleich während des Schweißens mit aufgefüllt.

Wichtig ist dies besonders bei schlechter schweißbaren Legierungen, da hierdurch häufig die Qualität verbessert wird. Beim Schweißen von CoCr Modellgusslegierungen muss immer ein kohlenstofffreier CoCr Laserschweißdraht in den Spalt eingebracht werden.

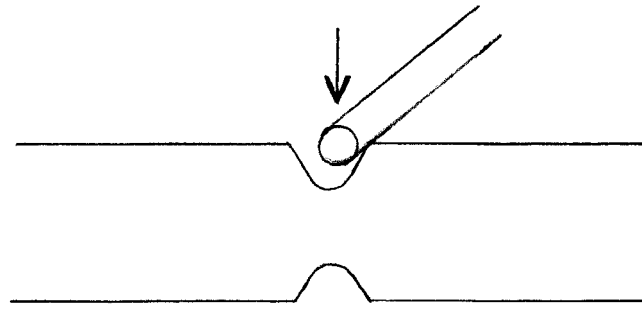


5.7.5 X-Naht Verschweißung

Bei einer Vorbereitung mit mittigem Stoßkontakt kann generell mit niedrigeren Schweißenergien gearbeitet werden.



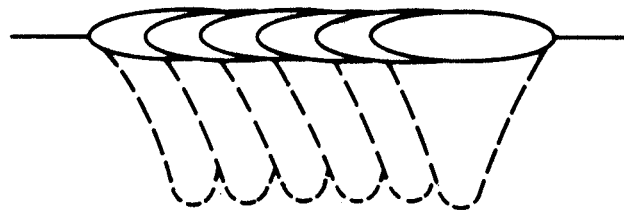
Zuerst wird das Zentrum der Kontaktfläche verschweißt.



Zusatzmaterial der gleichen Legierung (0,35 bis 0,5 mm Draht) wird rings um die Hohlkehle mit niedriger Schweißenergie aufgeschweißt. Es wird dabei soviel Material aufgebaut, dass mindestens der Gesamtquerschnitt des Ursprungmaterials erreicht wird.

5.7.6 Schweißnähte

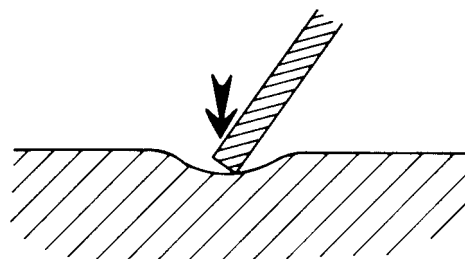
Schweißnähte werden mit einer Überlappung der einzelnen Schweißpunkte von etwa 2/3 der Oberfläche gesetzt, um auch in der Tiefe ein vollständiges Verschweißen zu erreichen.



5.7.7. Materialauftrag

Bei Einschnürungen an der Schweißnaht oder bei gewünschter Materialverstärkung (z. B. Kontaktpunkte) wird entsprechendes dünnes Drahtmaterial aufgeschweißt.

Das Material wird von der Spitze weg auf die zu verstärkende Stelle geschossen. Dies geschieht mit einer etwas weicheren Lasereinstellung, d.h. niedrige Spannung und höhere Pulsdauer.



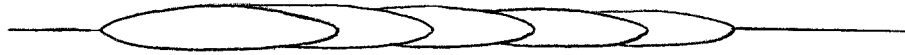
5.7.8. Laserstrahlausrichtung

Im Regelfall wird der Laserstrahl immer senkrecht auf das Objekt gerichtet. Der Strahlengang des Laserlichts liegt genau in der Blickrichtung durch das Mikroskop. Bei einem schrägen Ansetzen der Strahlrichtung auf das Objekt wird das oberflächlich erschmolzene Metall in Richtung des Strahls geschoben. Auf diese Weise kann bei Bedarf Material in eine gewünschte Richtung „getrieben“ werden.

5.7.9 Glätten

Mit Hilfe des verstellbaren Fokus kann unter Fokusaufweitung eine gezogene Schweißnaht geglättet werden.

Der Fleckdurchmesser wird stark vergrößert und die Energie auf diese Fläche verteilt. Dadurch wird nur die Oberfläche angeschmolzen und dadurch verschwemmt.



5.8 Schweißrisse

Einige schwer schweißbare Legierungen neigen zur Bildung von Rissen in der Schweißnaht.

Diese Risse entstehen zumeist erst nach einigen Schweißpunkten und sind in der Regel nur unter der Vergrößerung des Mikroskopes sichtbar. Sie stellen eine starke Schwächung der Schweißnaht dar und müssen deshalb unbedingt vermieden werden.

Abhilfe wird durch Vorbereitung eines guten Stoßkontakts und den Einsatz von geeignetem Zusatzmaterial geschaffen. Das Zusatzmaterial kann dann u. U. auch aus artfremder Legierungszusammensetzung sein. (z. B. kann eine schwer schweißbare Palladium-Silber-Legierung mit Golddraht als Zusatzmaterial in den Laserschweißigenschaften verbessert werden)

5.9. Verschweißen unterschiedlicher Werkstoffe

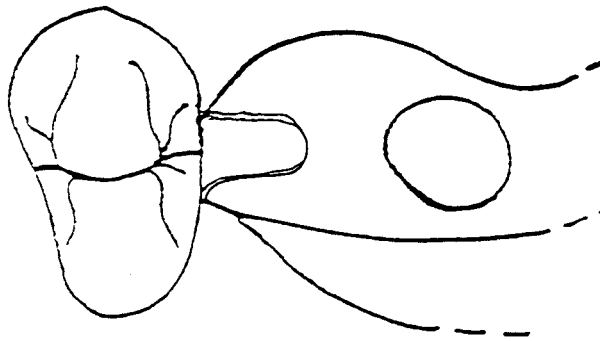
Beim Verschweißen von zwei unterschiedlichen Werkstoffen sollte stets etwas mehr Energie auf die Legierungen fließen, die eine höhere Schweißenergie benötigt.

Beim Verbinden einer Goldlegierung mit einer CoCr-Legierung wird daher z. B. der Fokus etwas mehr auf die Goldlegierung gerichtet.

Beim Schweißen von EM-Teleskopen an eine Modellgusslegierung empfiehlt es sich, einen Appendix an der Krone anbringen, um stabile und spannungsfreie Schweißungen zu erzielen.

Empfehlung: Konuszapfen zum Laserschweißen REF 111-901-00.

Anzustreben ist eine möglichst spaltfreie Passung zwischen Kronenappendix und Modellguss. Verlasern mit CoCr-Draht oder ohne Zusatzwerkstoff. Bei nur flächigem Kontakt zwischen Krone und Modellguss auf jeden Fall mit Golddraht als Schweißzusatzmaterial arbeiten. Jedes Sekundärteil einer Kombi-Arbeit einzeln für sich fertig schweißen, um eine bessere Passungskontrolle zu gewährleisten! Schweißpunkte abwechselnd gegenüberliegend setzen und abwechselnd von oben und unten schweißen!



5.10. Schweißen nahe Kunststoff und Keramik

Schweißungen in unmittelbarer Nähe von Kunststoffen sind problemlos durchführbar, ebenso Schweißungen nahe an Keramikverblendungen, im Idealfall sollte jedoch ein Metallrand von ca. 1 mm Breite vorhanden sein.

Zur Vermeidung von zu hoher Hitzeeinwirkung sollten die einzelnen Schweißpunkte mit größerem zeitlichen Abstand gesetzt werden.

5.11. Frequenzeinstellung

Das Laserschweißgerät kann sowohl mit Einzelimpulsen (0 Hz) oder mit einstellbarer Taktfrequenz im Dauerpuls betrieben werden. Im Regelfall sollte auch beim erfahrenen Anwender keine Taktfrequenz über 3 Hz gewählt werden. Dies bedeutet 3 Schweißpunkte pro Sekunde, die nur noch sehr schwer aus der Hand nachgeführt werden können. Bei einer Einstellung von 1 Hz kann sowohl bei durchgetretenem Pedal mit einer langsamen Dauerpulseinstellung gearbeitet werden, als auch durch Absetzen des Pedals einzelne Schweißpulse abgegeben werden.

5.12. Laserschweißungen im Kieferorthopädie-Orthodontie Bereich

Schweiß-tabelle für Dentaurum-Laserschweißgeräte

Grundlegende Hinweise zur Benutzung der Schweiß-tabelle:

1. Das Verschweißen von Kleinteilen und Geräten in der Kieferorthopädie erfordert generell die gleichen Voraussetzungen und Vorbereitungen, die als Grundlagen der Laserschweißtechnik bereits bekannt sind.
2. Eine passgenaue und spaltfreie Vorbereitung der zu fügenden Teile ist Grundvoraussetzung für das erfolgreiche Verschweißen von zum Teil sehr dicken Teilen (z. B. Drähten) mit extrem dünnen Teilen (z. B. Bänder).
3. Um in der Kieferorthopädie effektiv arbeiten zu können, müssen die jeweils zu schweißenden Teile plan aneinander liegend vorbereitet werden. Gerade industriell immer wieder gleich gefertigte Teile, wie die Mutter des Herbst®-Scharniers oder die Basis eines Bukkalröhrchens müssen dazu mit Schleifsteinchen so bearbeitet werden, dass sie plan an den jeweils unterschiedlich großen und unterschiedlich geformten Bändern anliegen. Nur so können diese Teile ohne Schweißzusatzmaterial direkt miteinander verbunden werden.
4. Ist die Kontaktstelle zwischen Band und Draht nur punktförmig oder tritt dabei sogar ein geringer Spalt auf, so muss mit einem geeigneten Schweißzusatzmaterial, wie remanium®-Draht Ø 0,35 mm gearbeitet werden.
5. Generell sollten alle Laserschweißungen unter Argonschutzgasatmosphäre durchgeführt werden, um eine Oxidation in der Schweißnaht zu unterbinden. Dies wirkt sich positiv auf die Stabilität der Schweißnaht aus. Die Schweißpunkte müssen generell metallisch glänzend erscheinen.
6. Die in der Kieferorthopädie verwendeten Teile weisen oftmals eine glänzende Metalloberfläche auf. Dies kann dazu führen, dass der Laserstrahl reflektiert wird. Wegen der langwierigen Nacharbeit wird in diesen Fällen jedoch auf ein Abstrahlen der zu schweißenden Teile mit Korund verzichtet. Um dennoch das gewünschte Schweißergebnis zu erhalten kann es notwendig sein, den Einfallswinkel des Laserstrahls auf die Verbindungsstelle zu variieren. Die eingesetzte Schweißleistung muss dann den jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden. Im Normalfall wird die Leistung individuell angehoben und der Einfallswinkel des Laserstrahls so gewählt, dass dieser vom „dicken“ zum „dünnen“ Anteil geführt wird.
7. Die in der nachfolgenden Schweiß-tabelle angegebenen Schweißparameter beziehen sich auf die Erfahrungen der Dentaurum-Anwendungstechnik mit Dentaurum-Produkten für die Kieferorthopädie/Orthodontie.

Schweißtabelle für Dentaurum Laser - Schweißgeräte Einsatzbereich: Kieferorthopädie/Orthodontie

| Ifd. Nummer | Aufgabenstellung | Empfohlene Materialien | Schweißparameter | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| | | | Spannung Volt | Pulsdauer ms | Fokusslage Stellung |
| 1 | Anfertigung einer Herbst®-Apparatur | a) Herbst®-Scharnier I Molarenbänder OK/JUK Prämolarenbänder OK/JUK | 225 – 230 | 2,5 – 3,5 | 0,6 |
| 2 | | b) Herbst®-Scharnier IV Molarenbänder OK/JUK Prämolarenbänder OK/JUK | 225 – 230 | 2,5 – 3,5 | 0,6 |
| 3 | Anfertigung einer Gaumennaht-Erweiterungs-Apparatur | Hyrax®-Schrauben, Molarenbänder OK, Prämolarenbänder OK, remanium®-Draht, federhart Ø 0,9 oder 1,0 mm | | | |
| | Schritt 1 | Draht Ø 1,0 mm an Band | 225 – 230 | 2,5 – 3,5 | 0,6 |
| | Schritt 2 | Retentionsarm an Draht Ø 1,0 mm | 270 | 6,0 – 7,0 | 0,6 |
| | Schritt 3 | verstärken mit Draht Ø 0,35 mm | 230 | 3,0 | 0,6 |
| 4 | Quad-Helix anschweißen an Bänder | Quad-Helix, vorgeformt Molarenbänder OK | 225 – 230 | 3,0 – 3,5 | 0,6 |
| 5 | Anfertigung eines individuellen Lückenhalters | remanium®-Draht Ø 0,8 mm Molarenband OK/JUK | 225 – 230 | 3,0 – 3,5 | 0,6 |
| 6 | Anfertigung eines Lingual-/Palatinalbogens angeschweißt an Bänder | Orthorama® Lingual-/Palatinalbogen remaloy® Draht Ø 0,9 mm remanium® Draht, federhart Ø 0,9 mm Molarenbänder UK | 225 – 230 | 3,0 – 3,5 | 0,6 |
| 7 | Anschweißen eines Lingual-/Palatinalschlosses an ein Band | Lingual-/Palatinalschlosser Molarenbänder OK/JUK | 230 | 3,0 – 3,5 | 0,6 |
| 8 | Anfertigung einer Crozat-Apparatur | remaloy® Drähte Ø 0,7 bis 1,5 mm oder remanium® Drähte, federhart Ø 0,7 bis 1,5 mm verstärken mit Draht Ø 0,35 mm | 260 – 270 | 4,0 – 8,0 | 0,6 |
| | Schritt 1 | | 260 – 270 | 4,0 – 8,0 | 0,6 |
| | Schritt 2 | | 230 | 3,0 | 0,6 |
| 9 | Anfertigung einer Nance-Apparatur | remaloy® Draht Ø 0,9 mm an OK Molarenbänder remanium® Draht Ø 0,9 mm | 225 – 230 225 – 230 | 3,0 – 3,5 3,0 – 3,5 | 0,6 0,6 |
| 10 | Anschweißen eines Häkchens für Gummizüge an einen Face Bow oder Lipbumper | Knopfanker 0,7 mm verstärken mit Draht Ø 0,35 mm | 240 230 | 4,0 3,0 | 0,6 0,6 |

Schweißstabelle für Dentaurum Laser - Schweißgeräte Einsatzbereich: Kieferorthopädie/Orthodontie

| lfd. Nummer | Aufgabenstellung | Empfohlene Materialien | Schweißparameter | | Fokusslage Stellung |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|
| | | | Spannung Volt | Pulsdauer ms | |
| 11 | Anschweißen eines Stopps an einen Rund- oder Vierkantbogen Edelstahl! | Stoppröhrchen, geschliffen an Rundbogen an Vierkantbogen | 225 – 230 230 | 3,0 3,0 | 0,6 0,6 |
| 12 | Anschweißen eines Häkchens für Gummizüge an einen Rund- oder Vierkantbogen | Häkchen vorgeformt oder Knopfanker Ø 0,7 mm an Rundbogen an Vierkantbogen | 225 230 | 2,5 – 3,0 3,0 – 3,5 | 0,6 0,6 |
| 13 | Anschweißen eines Kreuzröhrchens an einen Rund- oder Vierkantbogen Edelstahl! | Kreuzröhrchen an Rundbogen an Vierkantbogen | 225 230 | 2,5 – 3,0 3,0 | 0,6 0,6 |
| 14 | Anschweißen von Rundröhrchen an ADAMS-Klammer zur Aufnahme eines Face Bows | Rohre – Edelstahl z. B. Ø 1,2 mm | 225 | 3,0 | 0,6 |
| 15 | Individuelle Herstellung eines Kleberainers Anfertigung eines individuellen Lingualretainers | remaloy® Dracht Ø 0,7 mm Netzbasis, Klein | 220 | 3,0 | 0,6 |
| 16 | Individuelle Herstellung eines Häkchens an Band- oder Klebebracket/Bukkallröhrchen | Knopfanker Ø 0,7 mm | 235 | 3,5 | 0,6 |
| 17 | Anfertigung eines „ Kahn-Sporns“ an einem Face Bow | remanium® Draht Ø 0,9 mm, Stoß an Stoß verstärken mit Draht Ø 0,35 mm | 260 230 | 7,0 3,0 | 0,6 0,6 |
| 18 | Anfertigung eines Spikes für Klebtechnik Spikes auf Lingualbogen | remanium® Draht Ø 0,9 mm auf Netzbasis Lingualbogen und remanium® Draht Ø 0,9 mm verstärken mit Draht, Ø 0,35 mm | 220 250 230 | 3,0 3,0 5,0 | 0,6 0,6 0,6 |
| 19 | Anfertigung einer individuellen Feder an einem Labialbogen | remanium® Draht, Ø 0,7 mm, federhart | 260 | 3,0 | 0,6 |
| 20 | Anfertigung eines Häkchens für Gummizüge an eine Gesichtsmaske | Knopfanker Ø 0,9 mm verstärken mit Draht Ø 0,35 mm | 245 230 | 4,0 5,0 | 0,6 0,6 |
| 21 | Anschweißen einer Mutter für Federbolzen-schrauben an einem Labialbogen | Gerändelte Mutter verstärken mit Draht Ø 0,35 mm | 230 230 | 3,0 3,0 | 0,6 0,6 |

Schweißtabelle für Dentaurum Laser - Schweißgeräte Einsatzbereich: Kieferorthopädie/Orthodontie

| Ifd. Nummer | Aufgabenstellung | Empfohlene Materialien | Schweißparameter | | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------|--------------|---------------------|
| | | | Spannung Volt | Pulsdauer ms | Fokusslage Stellung |
| 22 | Anfertigung einer zusätzlichen Retention an einer Dehnschraube zur besseren Verankerung im Kunststoff | remanium® Draht Ø 0,9 mm | 240 | 4,5 | 0,6 |
| 23 | Anschweißen eines Drahtes an eine Dehnschraube z. B. als Feder | Schritt 1 | 260 | 6,0 | 0,6 |
| | | Schritt 2 | 230 | 3,0 | 0,6 |
| 24 | | remanium® Draht Ø 0,8 mm - flächig | 260 | 6,0 | 0,6 |
| 25 | Herstellung einer Kunststoff-freien Dehnapparatur für Unter- oder Oberkiefer | Hyrax®-Schraube, Mini Molarenbänder OK/UK | 225 – 230 | 3,0 – 3,5 | 0,6 |
| 26 | Reparatur eines Labialbogens einer ADAMS-Klammer, etc. | Schritt 1 | 260 | 6,0 | 0,6 |
| | | Schritt 2 | 260 | 4,0 | 0,6 |
| 27 | Anfertigung eines Stopps an Face Bow/Lipbumper | Stopp Röhrchen Ø 1,15 mm | 230 | 3,5 | 0,6 |
| 28 | Anfertigung eines „Posts“-Häkchens an einem Rundbogen/OK + UK Vierkantbogen/OK + UK Edelstahl! | Knopfanker Ø 0,7 mm | 225 | 3,0 | 0,6 |
| 29 | Reparatur einer Hyrax®-Schraube mit abgebrochenem Retentionsarm | Schritt 1 | 270 | 7,0 | 0,6 |
| | | Schritt 2 | 230 | 3,0 | 0,6 |
| 30 | | flächig anschweißen | 270 | 7,0 | 0,6 |

**Schweißstabelle für
Dentaurum Laser - Schweißgeräte
Einsatzbereich: Kieferorthopädie/Orthodontie**

| Ifd. Nummer | Aufgabenstellung | Empfohlene Materialien | Schweißparameter | | |
|-------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|--------------|---------------------|
| | | | Spannung Volt | Pulsdauer ms | Fokusslage Stellung |
| 31 | Bukkairöhrchen an Molarenband | Molarenband OK/UK Bukkairöhrchen | 230 | 3,0 – 3,5 | 0,6 |
| 32 | Doppelhäkchen auf Molarenband | Molarenband OK/UK Lingual-/Palatinalhäkchen | 230 | 3,0 – 3,5 | 0,6 |
| 33 | Modifikation eines Palatinalbügels, Orthorama® System | remanium® Draht, Ø 0,5 mm, federhart | 230 | 3,0 | 0,6 |
| 34 | Modifikation zweier Zugschrauben (n. Geller) | Zugschraube | 260 | 6,0 | 0,6 |

5.13. Anwendungsbeispiele Prothetik

Einstellwerte für Spannung und Pulsdauer

Die nachstehende Tabelle gibt eine Auflistung von typischen Einstellwerten für Spannung und Pulsdauer für häufige Schweißaufgaben und Legierungssysteme.

Als Referenzeinstellung für die Fokuslage wird 0,6 mm vorgewählt.

Je nach konkretem Anwendungsfall und verwendeter Legierung sowie Oberflächenzustand können abweichende Einstellwerte erforderlich sein!

| Indikation | Werkstoff-System | | | | | |
|-------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Ti (rein) | Co-Cr | Au-Pt | Au-Ag | Au-Pd | Pd-Ag |
| UK-Bügel | 300 / 6-10 | 290-310 / 8-12 | – | – | – | – |
| Brücke | 280-300 / 4-8 | 290-310 / 8-12 | 300-340 / 8-10 | 300-340 / 8-10 | 290-330 / 8-10 | 290-320 / 8-10 |
| Klein. Verbinder | 280-290 / 4-8 | 270-300 / 8-10 | – | – | – | – |
| Klammer | 230-270 / 2-8 | 270-280 / 8-10 | – | – | – | – |
| Kronenloch | 220-270 / 1-6 | 230-270 / 1-6 | 230-280 / 2-8 | 230-280 / 2-8 | 220-270 / 2-8 | 220-270 / 2-8 |
| Plattenschweiß. | 270-290 / 4-6 | 270-290 / 4-6 | – | – | – | – |
| Friktionsstift | 240-270 / 3-6 | 250-270 / 3-6 | – | – | – | – |