

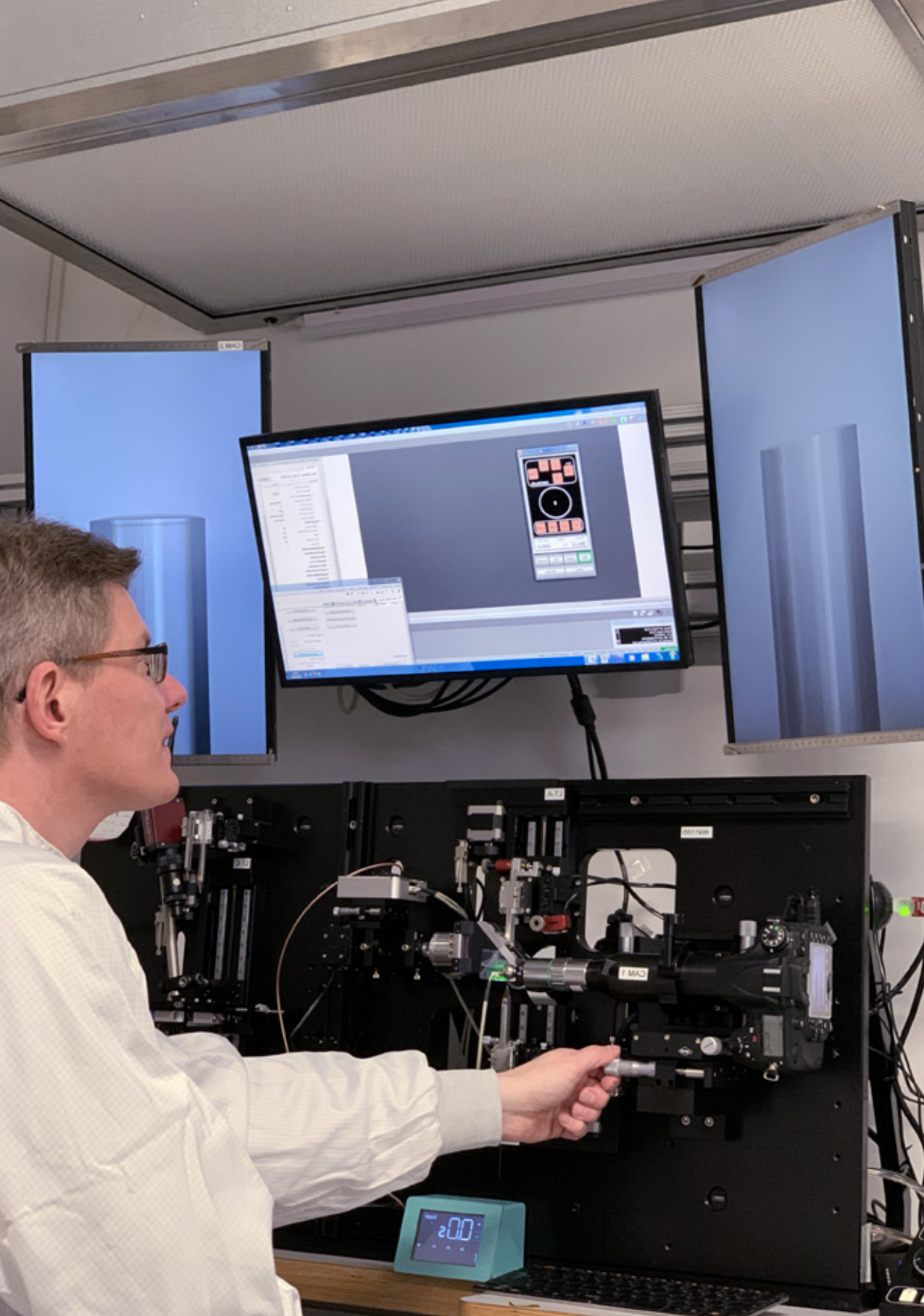


Katalog 2020

2,0 μm Laser & Zubehör

INHALT

ÜBER FUTONICS	1
APPLIKATIONEN	2-3
SCHWEIßAPPLIKATIONEN	4-5
Laserdurchstrahlschweißen	7-8
Wärmeleitschweißen	9
TWIST Schweißverfahren	9
SCHNEIDAPPLIKATION	10-13
MARKIEREN, GRAVIEREN, LABELING	14-15
Markieren und Gravieren von Metallen & Polymeren	15
Labeling von Lebensmitteln	15
LASERSYSTEME	16-17
IFL10 - IFL50	18-19
IFL200 - IFL250	20-21
IFL10P - IFL30P	22-23
OPTISCHE SYSTEME	24-25
KOLLIMATOREN	26-27
F-THETA OBJEKTIVE	28-29
BEARBEITUNGSKÖPFE	30-37
AUFBAUTEN	38
ZUBEHÖR	39



ÜBER FUTONICS

GESCHÄFTSFÜHRER

Dr. Peter Fuhrberg ist der Geschäftsführer der Futonics Laser GmbH. Nach seinem Physikstudium an der Technischen Universität Hannover arbeitete er zunächst in der Forschung und Entwicklung bei Spindler & Hoyer (heute Qioptiq, Excelitas Technologies Company) und promovierte 1988 in Laserphysik zur Erforschung neuer Lasermaterialien für die NIR-Region. 1989 gründete er die Lisa laser products OHG, die sich auf 2,0 μm Laser für Medizin und Industrie spezialisierte. Er leitete das Unternehmen fast 30 Jahre lang, bis es 2018 an OmniGuide verkauft wurde. Im Juni 2018 gründete Dr. Fuhrberg die Futonics Laser GmbH.

FUTONICS LASER GMBH

Die Mitarbeiter der Futonics Laser GmbH können auf über 10 Jahre Erfahrung in der Laserentwicklung von Infrarot-Lasersystemen für medizinische und industrielle Anwendungen und viele internationale Forschungsprojekte und Kooperationen zurückblicken. Dr. Peter Fuhrberg erhielt 2003 die europäische Patentschrift „Verfahren und Vorrichtung zum Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen mit Laserlicht“ (PCT/EP99/05109) und war somit der Erste weltweit, der eine Einrichtung sowie eine Applikation zum Verschweißen von Kunststoffen bei 2,0 μm Wellenlänge entwickelte. Futonics verfügt über fundierte Materialkenntnisse sowie deren Bearbeitungsmöglichkeiten und entwickelte auf dieser Grundlage die IFL Produktserie.

Die IFL Produktserie besteht aus hochleistungsfähigen polarisierten und unpolarisierten 2,0 μm Thulium-dotierten Faserlasern mit einer Strahlqualität von $M^2 < 1,1$, die kontinuierlich und moduliert bis zu 10 kHz betrieben werden können. Die Laser sind in einer „All-fiber“-Konfiguration mit Grundmode-Fasern und Faser-Bragg-Gittern (FBG) aufgebaut, um ein robustes und kompaktes Design zu realisieren und ermöglichen dem Anwender die Wahl einer festen Wellenlänge zwischen 1930 nm und 2050 nm, abhängig von der Absorption der zu bearbeitenden Materialien.

Es gibt zahlreiche Anwendungen für 2,0 μm Laser in vielen wissenschaftlichen und technologischen Bereichen. Sie arbeiten im „augensicheren“ Wellenlängenbereich und sind ideal geeignet für LIDAR, optische Freiraumkommunikation, Gas-Sensorik oder Pumplaserquellen im mittleren IR-Wellenlängenbereich.

In der Materialbearbeitung eignen sich die Futonics IFL Laser aufgrund des hohen Energieertrags, erreicht durch sehr kleine Spotgrößen und hohe Ausgangsleistungen, perfekt zum Schweißen, Schneiden, Gravieren, Markieren sowie Oberflächenbehandeln unterschiedlichster Materialien.

APPLIKATIONEN

2,0 μm Faserlaser sind ideal zum Schweißen, Schneiden und Markieren einer Vielzahl kommerziell genutzter Kunststoffe sowie zum Gravieren von Metallen, Schneiden von botanischen Materialien und Labeling von Lebensmitteln.

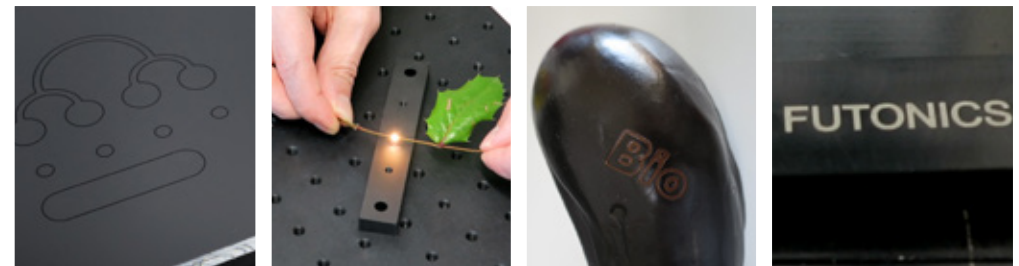
Bei einer Wellenlänge von 2,0 μm ist die intrinsische Absorption der meisten Thermoplaste hoch genug, um schweißen oder schneiden zu können, ohne absorbierende Zusätze oder Beschichtungen aufzutragen. Im Vergleich zu üblicherweise verwendeten Nahinfrarotsystemen kann das Schweißen mit 2,0 μm Lasern die Wärmeverteilung und Spaltüberbrückung verbessern und das Schweißen und Schneiden anspruchsvoller Materialien ermöglichen.

Die Entwicklung hin zur Verwendung leichter und festerer Materialien in alltäglichen Produkten, von Automobilen bis hin zur Unterhaltungselektronik, hat zu einer Reihe bedeutender Herausforderun-

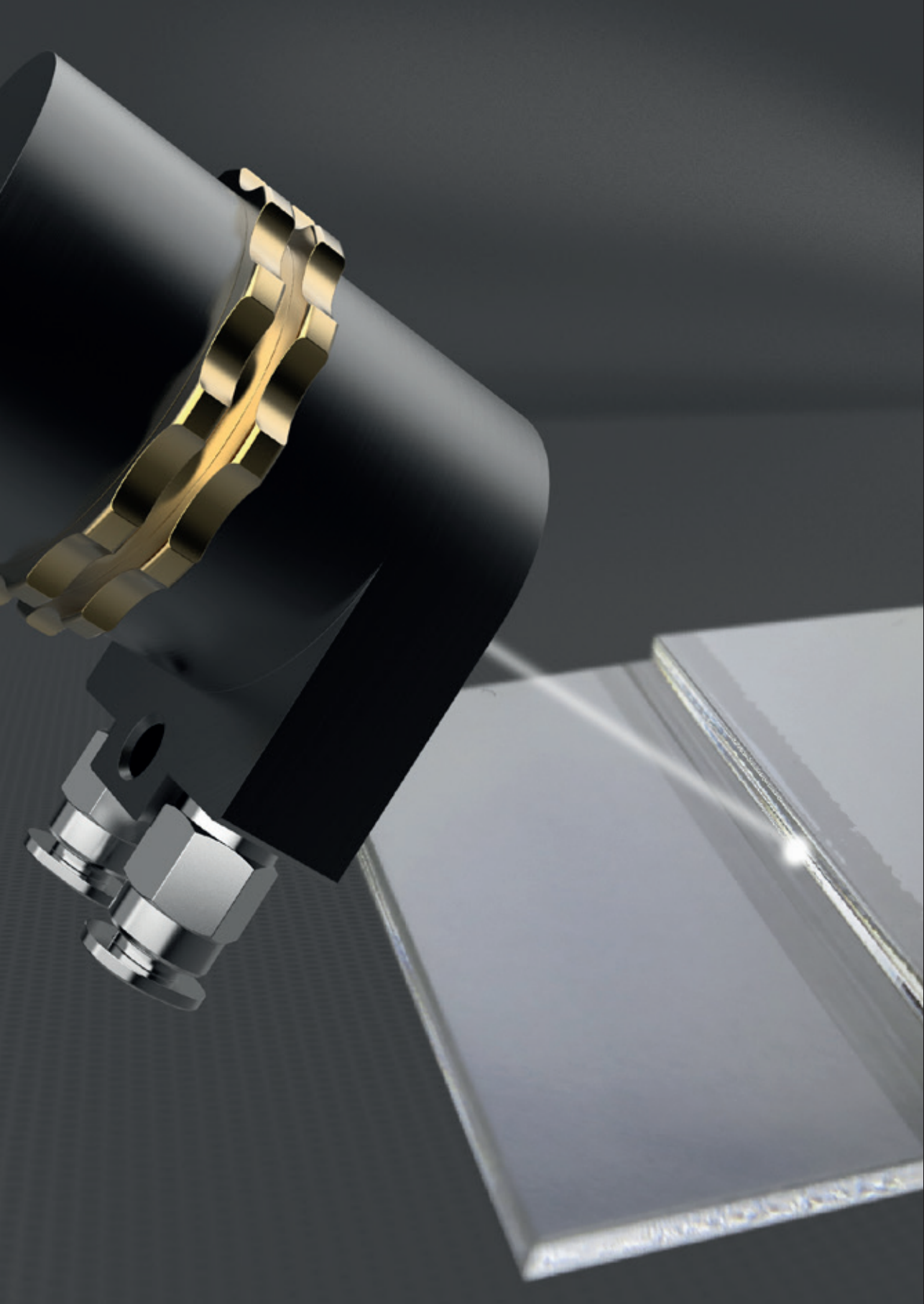
gen beim Schweißen dieser Strukturen geführt, insbesondere in Produktionsumgebungen mit hohen Stückzahlen.

In der Unterhaltungselektronik treiben die Anforderungen an Leichtbaustrukturen mit hochgradig maßgeschneiderten thermischen und elektrischen Eigenschaften ständig den Bedarf an komplexeren Konstruktionen voran, bei denen oft dünne Folien verwendet werden und ungleiche Kunststoffe verbunden werden müssen. Die Industrie für medizinische Geräte treibt auch die Notwendigkeit voran, kleine Kunststoffteile, oft mit ungleichen Materialien, zu verbinden.

Das Wachstum des Laserschweißens hält seit mehr als einem Jahrzehnt an, wobei die Automobilindustrie - ein früher Anwender dieser Technologie - als erste die Vorteile eines automatisierten Fügeverfahrens in Verbindung mit den intrinsischen Vorteilen der Faserlasertechnologie erkannt hat.



SCHWEISSAPPLIKATIONEN



2,0 μm Faserlaser sind bekannt für ihre Anwendung beim Schweißen von transparenten Kunststoffen, wie zum Beispiel Polycarbonat (PC) oder Polymethylmethacrylat (PMMA). Diese Materialien sind nicht nur im sichtbaren, sondern auch im nahinfraroten Wellenlängenbereich nahezu perfekt transparent. Bei längeren Wellenlängen jedoch absorbieren diese Materialien inhärent Teile der Laserstrahlung, so dass ein Schweißprozess ohne absorbierende Zusätze möglich ist. Der Wellenlängenbereich um 2,0 μm ist für Schweißanwendungen besonders attraktiv, da die Absorption transparenter Kunststoffe stark genug ist, um eine ausreichende Wärmeentwicklung für den Schweißprozess zu ermöglichen (im Gegensatz zu gebräuchlicheren Laserquellen mit Wellenlängen um 1,0 μm), aber auch ausreichend gering, um den Kunststoff volumetrisch zu erwärmen (siehe Abbildung 1). Diese volumetrische Wärmeentwicklung ermöglicht die beiden wichtigsten Bearbeitungsvarianten Wärmeleitschweißen und Durchstrahlschweißen und eignet sich sowohl für Stumpfstöße als auch für Überlapp- und T-Stöße.

Absorptionsverhalten und Schmelzbadgeometrien

Bei einer Überlappschweißnaht mit einer Wellenlänge von etwa 1,0 μm wird die Wärme fast ausschließlich in einer dünnen Schicht an der Oberfläche des absorbierenden Teils erzeugt und breitet sich durch Wärmeleitung in die Umgebung aus, wodurch ein dünnes, linsenförmiges Schmelzbad entsteht. Bei Verwendung eines 2,0 μm Lasers führt die erhöhte Absorption im transparenten Teil zu einer stärker verteilten Wärmeerzeugung und einer niedrigeren Spitzentemperatur an der Oberfläche

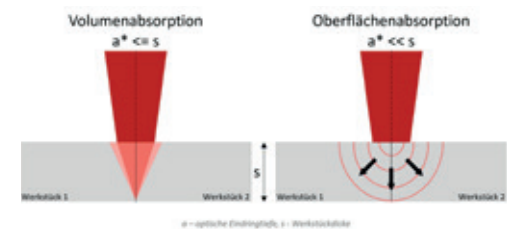


Abbildung 1: Volumen- und Oberflächenabsorption

des absorbierenden Teils, wodurch das Risiko einer thermischen Degradation verringert wird. Beim quasi-simultanen Schweißen, bei dem die Schweißnaht mehrmals kurz hintereinander bestrahlt wird, kann die veränderte Wärmeverteilung zusammen mit dem längeren Zeitrahmen für die Wärmeleitung zu völlig anderen Schmelzbadgeometrien führen, wie das in Abbildung 2 gezeigte tropfenförmige Schmelzbad.

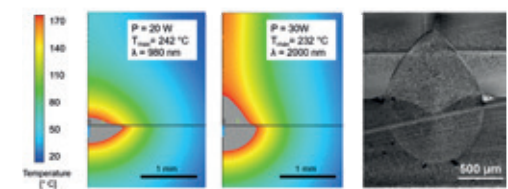


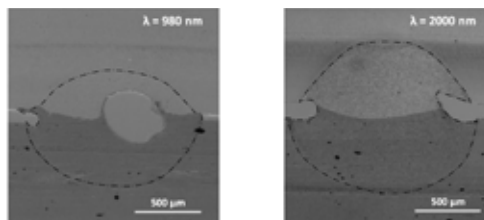
Abbildung 2: Wellenlängenabhängige Schmelzbadgeometrien (Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm)

Eine thermische Prozesssimulation des quasi-simultanen Schweißprozesses beim Einsatz eines 1,0 μm Lasers (links) und eines 2,0 μm Lasers (rechts) zeigt den modifizierten Schmelzbadquerschnitt, geschmolzenes Material (Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur) ist in grauer Farbe dargestellt. Zusätzlich wurde gezeigt, dass der Ab-

sorptionskoeffizient von mit Ruß gefüllten Polymeren ebenfalls wellenlängenabhängig ist, was zu einer größeren Eindringtiefe der Strahlung des 2,0 µm Tm-dotierten Faserlasers führt. Dadurch wird die Wärmeverteilung weiter erhöht und die Spitzentemperaturen werden gesenkt. Infolgedessen wird das Risiko einer thermischen Degradation des absorbierenden Materials stark reduziert und die Wärmeeinflusszone vergrößert. Beide Faktoren sind vorteilhaft im Hinblick auf eine wesentliche Einschränkung des Schweißprozesses, die begrenzte Spaltüberbrückbarkeit.

Spaltüberbrückung

Bei herkömmlichen Verfahren wird der transparente Part allein durch Wärmeleitung erhitzt. Wenn Fertigungstoleranzen, verzogene Teile oder lokale Defekte einen Luftspalt zwischen den beiden Komponenten verursachen, wird die Wärmeleitung zwischen beiden Teilen stark reduziert und somit das transparente Teil nicht geschmolzen, was eine Schweißverbindung unmöglich macht. Da die Laserenergie nicht auf ein angrenzendes Teil übertragen werden kann, wird das absorbierende Teil heißer als beabsichtigt und wahrscheinlich degradieren oder teilweise verbrennen. Bei der Verwendung eines 2,0 µm Thulium Faserlasers werden beide Komponenten direkt durch die Laserstrahlung erwärmt. Sie dehnen sich thermisch aus und erhöhen damit die Chance auf eine erfolgreiche Spaltüberbrückung. Dies ist besonders wichtig bei plan-zu-plan Überlappschweißungen, wie sie z.B. in der Mikrofluidik verwendet werden.



Abbg.3: Spaltüberbrückung bei quasi-simultane Schweißen von PP (Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm)

Abbildung 3 zeigt das Ergebnis von Schweißversuchen mit einem quasi-simultane Schweißverfahren für Überlappschweißungen zwischen zwei Poly-

propylen (PP) Teilen, bei denen mit metallischen Abstandhaltern ein künstlicher Luftspalt von 130 µm erzeugt wurde.

Beide Spalte wurden während des Schweißprozesses geschlossen, jedoch wird bei der kürzeren Wellenlänge das absorbierende Teil teilweise verbrannt, was zu einer Gasblase in der Mitte der Schweißnaht führt. Im Gegensatz dazu trägt beim Einsatz eines 2,0 µm Lasers die erhöhte thermische Ausdehnung beider Polymerteile zu einer erfolgreichen Spaltüberbrückung bei, und es wird keine thermische Degradation beobachtet. Während des Abkühlens zieht sich die Schmelze teilweise zusammen, was zu den beobachteten „Rippen“ in der Fügeebene führt.

Wenn T-Stoß-Konfigurationen quasi-simultan geschweißt werden, kann der Fügebereich spezifisch so gestaltet werden, dass er eine Schmelzrippe aufweist, die die Spaltüberbrückbarkeit drastisch erhöht. Während des Schweißvorgangs werden beide Teile zusammengedrückt, so dass in den Bereichen, in denen kein Spalt vorhanden ist, das geschmolzene Material der Rippe aus der Fügezone herausgedrückt wird und sich die beiden Teile einander nähern, bis alle Spalte über die gesamte Schweißnahtlänge geschlossen sind. Unterbrochene Schweißnähte können durch dieses Verfahren vermieden werden.

Andere Laserquellen, wie z.B. CO₂-Laser, die bei etwa 10,6 µm arbeiten, würden zu einer direkten Oberflächenabsorption der Strahlung führen, was die Wärmekonzentration drastisch erhöht. Ein hohes Risiko der thermischen Degradation oder des Materialabtrags statt eines kontrollierten und effizienten Schweißprozesses wäre die Folge. Im Gegensatz dazu kann das 2,0 µm Laserschweißen transparenter Polymere in verschiedenen technischen Bereichen angewendet werden, wie z.B. in der Herstellung medizinischer und industrieller Geräte oder in der Polymer-Mikrofluidik, wo die Fähigkeit zur präzisen Erzeugung hermetischer Schweißnähte ohne jegliche Zusätze ein Schlüsselfaktor ist. Weitere Anwendungen finden sich z.B. in der Lebensmittelindustrie zur Verpackung von frischen und gebrauchsfertigen Lebensmitteln.

Im Folgenden werden Beispielschweißungen präsentiert, die beim Verschweißen von Polymeren entstanden. Besonders hervorgehoben wird hier das Laserdurchstrahlschweißen. 2,0 µm Faserlaser sind aufgrund des intrinsischen Absorptionsverhaltens von gängigen Kunststoffen hervorragend für das Durchstrahlschweißen geeignet.

LASERDURCHSTRAHLSCHWEISSEN

Vorteile:

- Versteckte Nähte
- Keine Partikelerzeugung
- Keine Verschmutzung
- Berührungslose Bearbeitung der Werkstücke
- keine mechanische Belastung der Fügepartner
- keine schwingende Belastung der Fügepartner
- sowohl für den Mikro- als auch für den Makrobereich einsetzbar
- geringe Wärmeeinflusszone durch lokal begrenzten Energieertrag
- keine thermische Belastung empfindlicher Bauteilbereiche
- keine Oberflächenmarkierungen durch den Schweißprozess
- große Designfreiheit der zu schweißenden Bauteile
- gute Automatisierbarkeit und Integrierbarkeit in Serienfertigungen
- Schweißen von vormontierten Bauteilen möglich
- gutes äußeres Erscheinungsbild für Nähte in Sichtbereichen

Anforderungen:

- Polymer-Komptabilität
- Optische Eigenschaften
- Thermischer Kontakt

Viele Schweißanwendungen für Kunststoffe verwenden das Laserdurchstrahlschweißverfahren, bei dem ein transparentes Teil in einer Überlappkonfiguration mit einem zweiten absorbierenden Teil angeordnet wird, das in der Regel durch die Zugabe von Ruß zum Polymer schwarz eingefärbt ist. In Abbildung 4 ist das Prinzip des Laserdurchstrahlschweißens schematisch dargestellt.

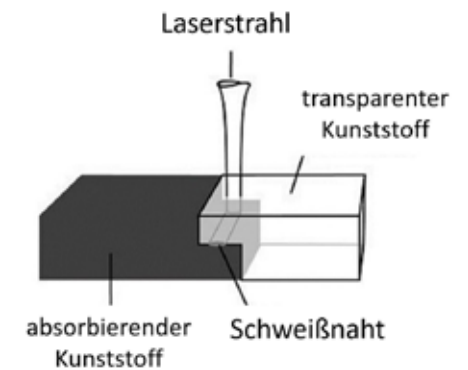


Abbildung 4: Prinzip des Laserdurchstrahlschweißens

Die Verbindung wird direkt in der Kontaktzone erzeugt, indem die Oberfläche des absorbierenden Teils durch die Oberfläche des transparenten Teils bestrahlt wird und somit das transparente Teil durch Wärmeleitung aufgeschmolzen wird. Diese Methode ist in der Automobil- oder Konsumgüterproduktion weit verbreitet, z.B. bei Flüssigkeitsbehältern oder bei der Verbindung von transparenten Deckeln mit dem Gehäuse von Beleuchtungskomponenten. Trotz der Tatsache, dass diese Methode keine Absorption im transparenten Teil erfordert, erweist sich der Einsatz eines 2,0 µm Thulium Faserlasers für diese Anwendungen als vorteilhaft. Nicht nur, dass der Faserlaser aufgrund der höheren Strahlqualität längere Arbeitsabstände und eine Scanner-basierte Strahlführung mit kleineren Spotgrößen als die üblicherweise verwendeten Diodenlaser ermöglicht, die wellenlängenabhängigen Materialeigenschaften führen ebenfalls zu direkten Prozessverbesserungen. Der augenfälligste Eigenschaftsunterschied ist das Absorptionsverhalten.

Die Absorptionseigenschaften sind nicht der einzige wichtige Gesichtspunkt beim Laserdurchstrahlschweißen. Mindestens ebenso wichtig sind die Transmissionseigenschaften des transparenten Teils, damit genügend Laserenergie die Fügezone zwischen den beiden Teilen erreicht. Die Absorption in den transparenten Teilen begrenzt daher die Anwendbarkeit von 2,0 µm Laserstrahlung. Für typische Anwendungen liegt die Materialdicke jedoch im Bereich von wenigen Millimetern, so dass genügend Strahlung an die Grenzfläche zwischen den beiden Teilen gelangt und den Schweißprozess ermöglicht. Ein Hauptproblem beim Schweißen mit konventionellen Lasern im Bereich von 1,0 µm kann die Streuung im transparenten Teil sein. Additive im transparenten Teil oder auch nur die Kristallstrukturen in teilkristallinen Polymeren können zu erheblichen Streuungen innerhalb des transparenten Teils führen. Dies kann zu leicht erhöhten Schweißnahtbreiten und einem erhöhten Bedarf an Laserleistung bei mäßig streuenden Materialien führen. Bei stark streuenden Werkstoffen kann das Strahlprofil des Laserstrahls jedoch erheblich beeinträchtigt werden und im schlimmsten Fall wird die Laserstrahlung isotrop aus der Fügezone heraus gestreut, was den Schweißprozess unmöglich macht oder die schweißbare Materialdicke stark einschränkt. Da Streuprozesse stark wellenlängenabhängig sind, kann die Anwendung längerer Wellenlängen das Schweißen von Materialien ermöglichen, die mit konventionellen Laserquellen nicht geschweißt werden können.

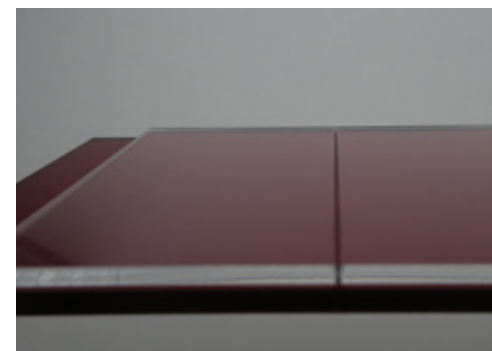
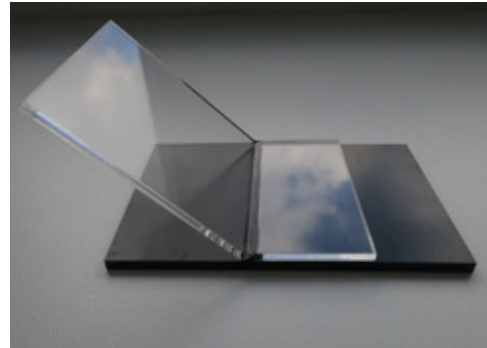


Abbildung 5: Beispiele für das Laserdurchstrahlschweißen

Abbildung 6: Mikrostrukturen beim Laserdurchstrahlschweißen

WÄRMELEITSCHWEISSEN

Ist die Transmission der Laserstrahlung von Kunststoffen bei der Wellenlänge von 2,0 µm zu gering, können Stoßschweißungen durch das Wärmeleitschweißen realisiert werden. Der hohe Energieertrag, erreicht durch sehr kleine Spotgrößen und hohe Laserleistung, wird auf der Oberfläche des Werkstücks eingebracht und es entsteht somit eine Oberflächenerwärmung, wobei durch Wärmeleitung eine Schweißnaht von wenigen Millimetern Eindringtiefe realisiert werden kann.

Beim Wärmeleitschweißen schmilzt der Laser das Werkstück entlang der vorgesehenen Nahtstelle auf. Die Schmelzen der Fügepartner fließen ineinander und erkalten anschließend zur eigentlichen Schweißnaht. Schweißverbindungen lassen sich also schneller und mit geringerem Materialverzug realisieren als bei herkömmlichen Schweißverfahren. Zudem entstehen glatte und porenfreie Schweißnähte, die keine Nachbearbeitung erfordern.

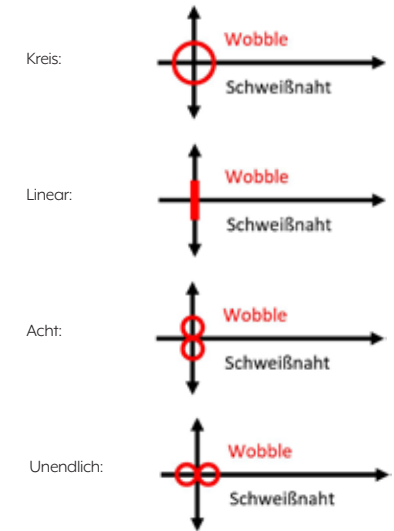


Abbildung 7: Wobble-Modi

TWIST SCHWEISSVERFAHREN

TWIST (Transmission Welding by an Incremental Scanning Technique) ist eine kostengünstige und leicht zu integrierende Technologie, die auf einem Strahlwobbelverfahren basiert. Diese Technik trägt dazu bei, Porositäts- und Heißrisprobleme beim Laserschweißen einiger Materialien zu überwinden sowie das Sputtern beim Schweißprozess zu unterdrücken. Durch die Möglichkeit der unabhängigen Steuerung von Eindringtiefe, Wobble-Frequenz, Vorschubgeschwindigkeit und Nahtbreite findet das Verfahren Anwendung beim Schweißen kleiner, temperaturempfindlicher Baugruppen sowie schlecht eingepasster Teile, die ohne Nachbearbeitung schwer zu verschweißen wären. Abbildung 7 demonstriert das Konzept der dynamischen 2D Strahlbewegung, wobei die vier programmierbaren Grundformen eines Industriestandard-Schweißkopfes gezeigt werden. Die unabhängige Steuerung der Amplitude und Frequenz der Oszillation wird durch einen Galvospiegelregler erreicht, was eine größere Flexibilität bei der Stabilisierung der Keyhole-Schmelze während des Schweißprozesses ermöglicht.

Insgesamt ermöglicht das Wobble-Verfahren ein besseres Temperaturmanagement des Bauteils, da der Laserstrahl jeden beliebigen Punkt der Schweißnaht mehrfach passiert. Der Temperaturanstieg und die Abkühlgeschwindigkeiten sind langsamer als beim herkömmlichen Laserschweißen, was bei der Beseitigung von Defekten und der Behandlung von Spritzern hilfreich ist. Neben der Stabilisierung der Keyhole-Schmelze und der Reduzierung der Porosität in der nachfolgenden Schweißnaht hat sich die Strahlableitungstechnik als wertvoll erwiesen, um die Anforderungen an die Passgenauigkeit der Teile beim Laserschweißen zu verringern. Die zusätzlichen Freiheitsgrade, die durch die unabhängige Amplitude und Frequenz der Wobbelkopf-Oszillation erreicht werden, bieten in Kombination mit der hohen verfügbaren Leistung des FasLasers das Maß an Kontrolle, das für ein qualitativ hochwertiges Laserschweißen von schwierigen Materialien erforderlich ist. Darüber hinaus bietet die Technologie in Studien, die den Wobbelkopf mit traditionellen Laserschweißverfahren verglichen haben, erhebliche Vorteile in der Teilpassung durch entspannte Toleranzen bei Nahtspalt und Versatz.

SCHNEIDAPPLIKATION

Die Lasersysteme von Futonics können zum Schneiden verschiedener Werkstoffe eingesetzt werden. Mit der 2,0 µm Technologie ist es möglich, komplexe Formen präzise und schnell zu verarbeiten. Die meisten Materialien können gratfrei geschnitten werden, was zu weniger oder keiner Nacharbeit der Werkstücke führt. Futonics bietet extra für das Trennen von Werkstoffen entwickelte Bearbeitungsköpfe an, die auf die Anforderungen der Anwender zugeschnitten sind.

LASERSCHMELZSCHNEIDEN

Das Laserschmelzschneiden ist ein berührungsloses Verfahren, bei dem das Werkstück örtlich durch einen Laserstrahl aufgeschmolzen wird.

Das Trennen des Werkstoffes erfolgt durch gleichbleibendes Aufschmelzen des Schneidspaltes mit einem reaktionsarmen Gas, welches den geschmolzenen Werkstoff entfernt und somit das Oxidieren der Schneidfläche verhindert. Als Prozessgas wird beim Schneiden häufig Stickstoff oder Argon eingesetzt, welches eine chemische Reaktion des Werkstoffes unterbindet. Eine Nachbearbeitung der Schnittkanten ist beim Laserstrahlschmelzen nicht nötig, da auf der Schneidfläche beim Schneidvorgang keine Gratbildung am Schnittspalt entsteht.

Wichtige Parameter beim Laserschneiden sind Fokulage und -durchmesser (beeinflussen Leistungsdichte, Spaltbreite sowie die Form des Schnittspaltes), Ausgangsleistung, Betriebsart, Schneidgeschwindigkeit, Polarisationsgrad, Schneidgas sowie der Durchmesser der Düse am Bearbeitungskopf (beeinflusst die Form und Gasmenge des Gasstrahls), durch die das Prozessgas auf das Werkstück geleitet wird. Durch diese veränderbaren Parameter kann die Bearbeitung optimiert werden. Schneiden lassen sich alle Materialien, die die Laserstrahlung ausreichend absorbieren.

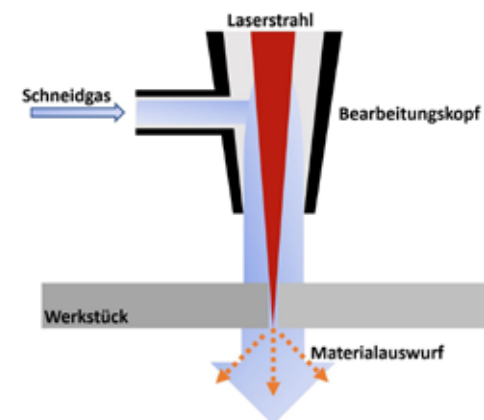


Abbildung 8: Prinzip des Laserschmelzschneidens mit Prozessgas

Schneiden von Verbundsicherheitsglas

Futonics Laser können die Kunststoffolie zwischen Glasschichten schneiden. In Kombination mit Glasschneidwerkzeugen kann Verbundglas sowohl in geraden als auch in konturierten Linien präzise und automatisiert geschnitten werden, wodurch sich eine Vielzahl von Möglichkeiten für das Schneiden von Verbundglas bietet.

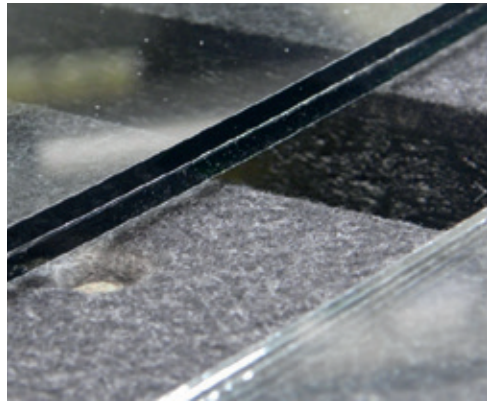


Abbildung 9: Schneiden von Verbundsicherheitsglas

Schneiden von faserverstärkten Kunststoffen

Faserverstärkte Kunststoffe sind Verbundwerkstoffe, bei denen eine Polymermatrix mit Fasern verstärkt wird, um die Festigkeit und Elastizität des Kunststoffes zu verbessern. Futonics Faserlaser können einen stark fokussierten Hochleistungsstrahl erzeugen, der faserverstärkte Kunststoffe in einer Vielzahl komplexer Formen präzise schneidet.

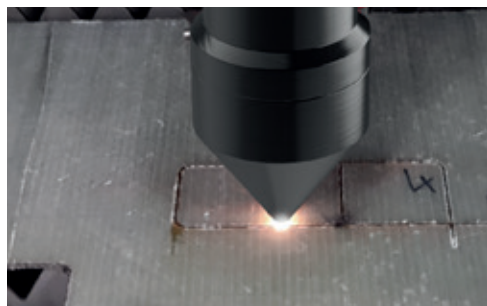


Abbildung 10: Schneiden von faserverstärkten Kunststoffen

Schneiden von Kunststoffen

Der Laser ist ein sehr flexibles Werkzeug, womit unterschiedliche Polymere mit verschiedenen Dicken geschnitten werden können. Beim Laserschneiden ist der Schneidspalt sehr schmal und die Qualität des Schneidens im Vergleich zu anderen Schneidverfahren sehr gut. Abhängig von der Laserschneid-Anlage sind die meisten Materialien schneidbar. Weiterhin kann je nach Werkstoff und Laserschneidverfahren eine saubere, schmale und oft auch nachbearbeitungsfreie Schnittkante erzielt werden. Zusätzlich dazu bietet das Laserschneiden eine hohe Materialausnutzung und ist deshalb sehr wirtschaftlich.

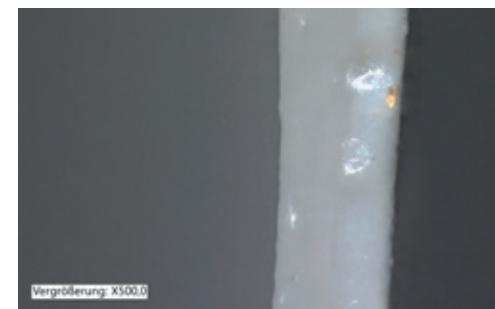
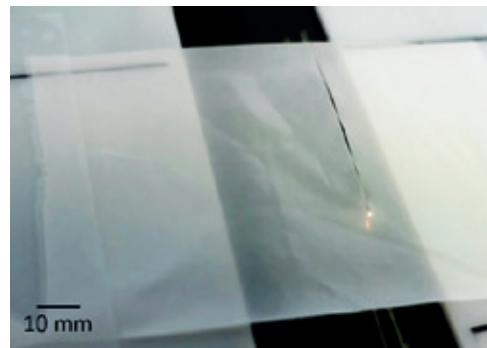


Abbildung 11: Schnittkante einer 80 µm dicken PP-PET Folie

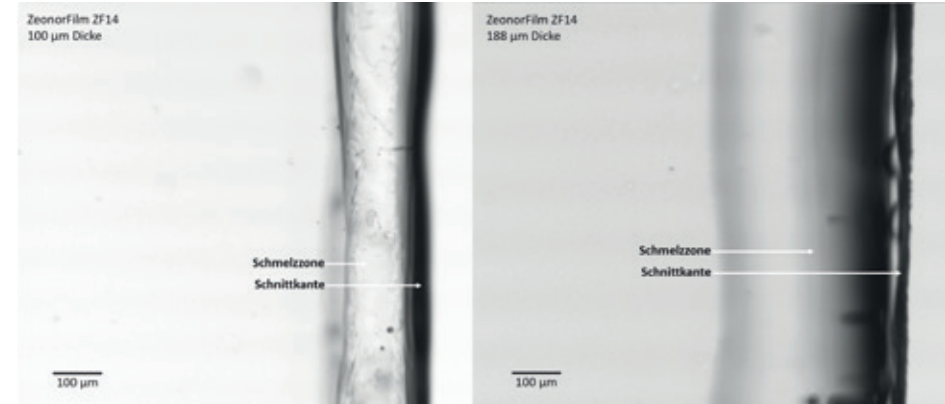


Abbildung 12: Schnittkanten von ZeonorFilm ZF14

Schneiden von botanischen Materialien

Futonics Laser können in der Botanik zum Schneiden diverser zellulosehaltiger Proben angewendet werden.

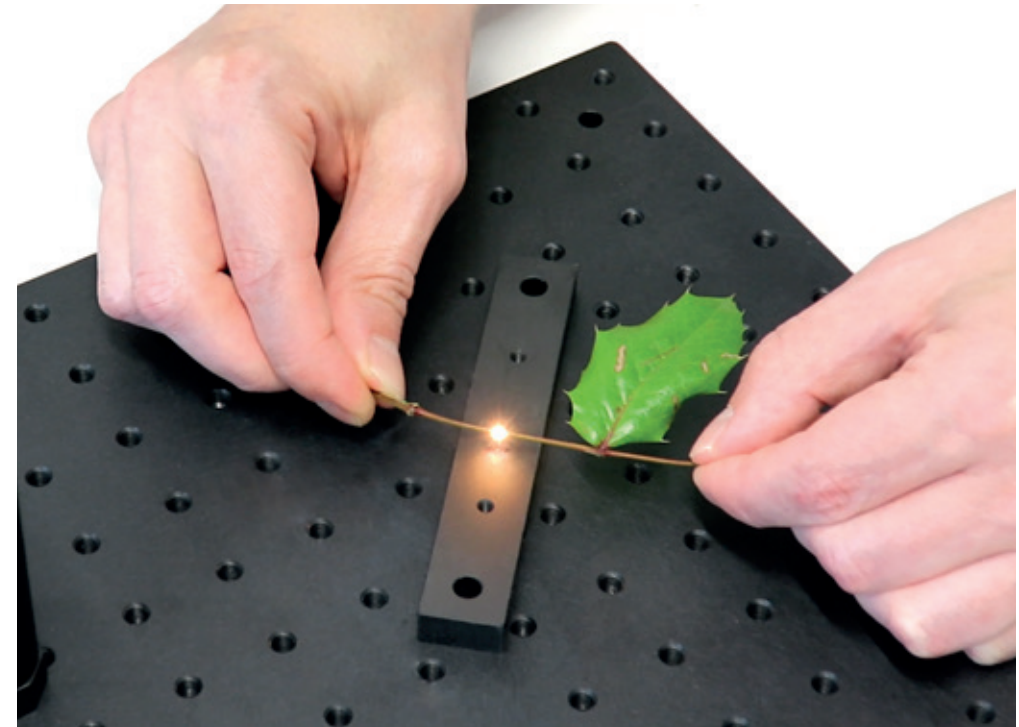


Abbildung 13: Schneiden von botanischen Materialien

MARKIEREN, GRAVIEREN, LABELING

MARKIEREN & GRAVIEREN VON METALLEN UND POLYMEREN

Das Lasermarkieren und -gravieren bietet die Möglichkeit, eine unkomplizierte, genaue und vor allem dauerhafte Beschriftung aufzutragen.

Vorteile:

- Berührungsloses Markieren und Gravieren
- In Kombination mit Scanneroptik: Direktgravur ohne Schablone
- Kein Werkzeugwechsel und -verschleiß
- Hohe Wiederholgenauigkeit bei gleichbleibender Qualität
- Kleinste Details möglich aufgrund sehr kleiner Spotgrößen

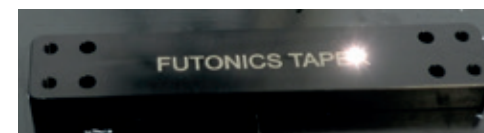


Abbildung 15: Gravieren von schwarz eloxiertem Aluminium

BIO-LABELING VON LEBENSMITTELN

Mit Futonics 2,0 µm Lasern werden Obst, Gemüse und andere Lebensmittel sicher beschriftet. Das berührungslose Verfahren hat keinen Einfluss auf die Qualität oder Haltbarkeit der Lebensmittel. Vor allem im Einzelhandel kann das Labeling von Lebensmittel zur Vermeidung unnötigen Verpackungs- oder Beschriftungsmaterialien helfen. So können zum Beispiel Lebensmittel mit einem Biosiegel oder Hinweis auf das Herkunftsland effizient und schnell gekennzeichnet werden. Beim Labeling wird die Kennzeichnung in die Schale eingebrannt, ohne das Fruchtfleisch zu verletzen.

Vorteile:

- Einsatz im Einzelhandel
- Kennzeichnung von Lebensmitteln
- Obst bleibt frisch
- Labeling in Obstschale, nicht aber im Fruchtfleisch



Abbildung 16: Bio Labeling auf Lebensmitteln

LASERSYSTEME



Futonics bietet hochleistungsfähige polarisierte und unpolarisierte 2,0 μm Thulium-dotierte Faserlaser mit einer Strahlqualität von $M^2 < 1,1$ an, die kontinuierlich und moduliert bis zu 10 kHz betrieben werden können. Für einen robusten und kompakten Aufbau sind sie in einer „All-fiber“-Konfiguration mit Grundmode-Fasern und Faser-Bragg-Gittern (FBG) design und ermöglichen dem Anwender, abhängig von der Absorption der Materialien, die Wahl einer festen Wellenlänge zwischen 1930 nm und 2050 nm zu bestellen.

Tm-dotierte Faserlaser eignen sich sehr gut für die Erzeugung hoher Signalleistungen im 2,0 μm Wellenlängenbereich. Durch die Verwendung von 792 nm Laserdioden zum Pumpen wird das obere Laserniveau nicht direkt angeregt, sondern durch einen Kreuzrelaxationsprozess (CR) bestückt (siehe Abbildung 17).

Während des CR-Prozesses wird ein Ion aus dem Grundzustand zum oberen Laserniveau angeregt, wenn ein Ion aus dem oberen Pumpniveau nach unten zum oberen Laserniveau relaxiert. Dabei wurden durch ein absorbiertes Pumpphoton zwei angeregte Ionen erzeugt. Dies ermöglicht hohe Wirkungsgrade für das System, die höher sein können als die Grenze, die durch den Quantendefekt gegeben ist. Der 2,0 μm Tm-Laserübergang endet im Grundzustand, was bedeutet, dass das

untere Laserniveau thermisch bestückt ist. Um die Leistung von fasergekoppelten Laserdioden in die aktive Faser einzukoppeln, werden oft speziell angefertigte Taper oder Combiner verwendet. Diese Komponenten ermöglichen die Realisierung von Faserlasersystemen mit einer reinen Faserkonfiguration.

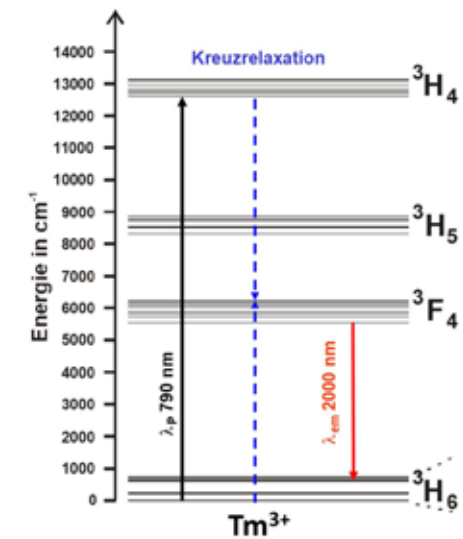


Abbildung 17: Kreuzrelaxationsprozess

IFL10 - IFL50



Die neue industrielle Faserlaser Produktlinie IFL von Futonics basiert auf Thulium-dotierten Grundmode-Faserlaseroszillatoren mit Wellenlängenstabilisierung durch Faser-Bragg-Gitter (FBG). Aufgrund der hohen Strahlqualität und des kompakten Designs eignen sich diese neuen Produkte hervorragend für ein breites Anwendungsspektrum.

IFL10 - IFL50

Ausgangsleistung:	10 W (IFL10), 20 W (IFL20), 30 W (IFL30), 40 W (IFL40), 50 W (IFL50)
Standardwellenlängen:	2000 nm oder 2050 nm
FWHM:	< 1 nm
Strahlqualität:	$M^2 < 1,1$, Grundmode
Operationsmodus:	Dauerstrich, moduliert bis 10 kHz
Laserklasse:	4
Faserstecker:	FC/PC oder SMA
NA:	0,15
Länge Arbeitsfaser:	5 m
Kollimator:	Optional
Dimensionen:	483 mm x 102 mm x 505 mm (19", 2 HE + Standfüße)
Versorgungsspannung:	100 – 240 VAC, 50 – 60 Hz
Energieverbrauch:	≤ 500 W
Steuerschnittstellen:	Analog, Digital, Seriell, Touchscreen
Display:	kapazitiver 3,5 „Touchscreen & Einstellrad
Kühlung:	Wasser
Zusätzliche Faserlänge:	1-Meter-Schritte, insgesamt bis zu 20 Meter
Faser Applikator I:	Basiskollimator
Faser Applikator II:	Verbesserter Kollimator mit Leistungserkennung zur Regelung
Leistungsstabilisierung:	Regelung bis 10 kHz
Feste benutzerdefinierte Wellenlänge:	Auswahl zwischen 1930 nm und 2050 nm
Externe Stromversorgung:	optional
Erweiterte Schnittstelle:	Industrial Ethernet auf Anfrage erhältlich

IFL200 - IFL250



Die neue industrielle Faserlaser Produktlinie IFL von Futonics basiert auf Thulium-dotierten Grundmode Faserlaseroszillatoren mit Wellenlängenstabilisierung durch Faser-Bragg-Gitter (FBG). Aufgrund der hohen Strahlqualität und des kompakten Designs eignen sich diese neuen Produkte hervorragend für ein breites Anwendungsspektrum.

IFL200 - IFL250

	IFL200	IFL250
Ausgangsleistung:	200 W	250 W
Standardwellenlängen:	2000 nm oder 2050 nm	
FWHM:	< 1 nm	
Strahlqualität:	M ² < 1,1, Grundmode	
Operationsmodus:	Dauerstrich, moduliert bis 10 kHz	
Laserklasse:	4	
Faserstecker:	Futonics Special, QBH-kompatibel	
NA:	0,1	
Länge Arbeitsfaser:	5 m	
Kollimator:	optional	
Dimensionen:	483 mm x 266 mm x 703 mm (19", 6 HE)	
Versorgungsspannung 1:	24 Volt, 3 Ampere	
Versorgungsspannung 2:	40 Volt DC, 33 Ampere	78 Volt DC, 33 Ampere
Energieverbrauch:	≤ 1,5 kW	≤ 2,8 kW
Steuerschnittstellen:	Analog, Digital, Seriell, Touchscreen	
Display:	kapazitiver 3,5 „Touchscreen & Einstellrad	
Kühlung:	Wasser	
Zusätzliche Faserlänge:	1-Meter-Schritte, insgesamt bis zu 10 Meter	
Faserapplikator I:	Basiskollimator	
Faserapplikator II:	Verbesserter Kollimator mit Leistungserkennung zur Regelung	
Leistungsstabilisierung:	Regelung bis 10 kHz	
Feste benutzerdefinierte Wellenlänge:	Auswahl zwischen 1930 nm und 2050 nm	
Externe Stromversorgung:	Delta Elektronik	
Erweiterte Schnittstelle:	Industrial Ethernet auf Anfrage erhältlich	

IFL10P - IFL30P



Die neue industrielle Faserlaser Produktlinie IFL von Futonics basiert auf Thulium-dotierten Grundmode Faserlaseroszillatoren mit Wellenlängenstabilisierung durch Faser-Bragg-Gitter (FBG). Aufgrund der hohen Strahlqualität und des kompakten Designs eignen sich diese neuen Produkte hervorragend für ein breites Anwendungsspektrum.

Polarisierte Faserlaser bieten einen sehr guten Schutz vor Rückreflexionen, was besonders interessant für die Bearbeitung von stark reflektierenden Oberflächen ist. In wissenschaftlichen Anwendungen können die polarisierten Laser als Pumpquelle für polarisationsabhängige Laserkristalle, wie z.B. Holmium, verwendet werden.

IFL10P - IFL30P

Ausgangsleistung:	10 W (IFL10), 20 W (IFL20), 30 W (IFL30)
Standardwellenlängen:	2000 nm oder 2050 nm
FWHM:	< 1 nm
Strahlqualität:	$M^2 < 1,1$, Grundmode
Operationsmodus:	Dauerstrich, moduliert bis 10 kHz
Laserklasse:	4
Faserstecker:	FC / PC oder SMA
NA:	0,15
Länge:	5 m
Kollimator:	optional
Dimensionen:	483 mm x 102 mm x 505 mm (19", 2 HE + Standfüße)
Versorgungsspannung:	100 – 240 VAC, 50 – 60 Hz
Energieverbrauch:	≤ 500 W
Standardschnittstelle:	Analog, Digital, Seriell, Touchscreen
Display:	kapazitiver 3,5" Touchscreen & Einstellrad
Kühlung:	Wasser
Zusätzliche Faserlänge:	1-Meter-Schritte, insgesamt bis zu 20 Meter
Faserapplikator I:	Basiskollimator
Faserapplikator II:	Verbesserter Kollimator mit Leistungserkennung zur Regelung
Leistungsstabilisierung:	Regelung bis 10 kHz
Feste benutzerdefinierte Wellenlänge:	Auswahl zwischen 1930 nm und 2050 nm
Externe Stromversorgung:	optional
Erweiterte Schnittstelle:	Industrial Ethernet auf Anfrage erhältlich

OPTISCHE SYSTEME

Für Schweiß-, Schneid-, Markier- und Gravieranwendungen bietet Futonics kundenspezifische optische Systeme an, die auf die Anforderungen der Anwender zugeschnitten sind. Dazu gehören Scanner-Systeme (bestehend aus zwei Spiegeln zur Führung des Laserstrahls) mit F-Theta Optik und Bearbeitungsköpfe (mit oder ohne integriertem Kühlsystem) für Schweiß- und Schneidanwendungen. Für kundenspezifische Anwendungen können für mittlere IR-Wellenlängen optimierte Optiken einschließlich Kollimatoren, Fokussierlinsen und komplette Aufbauten geliefert werden.

Scanner-Systeme können mit Pilotlasern, Pyrometern oder Kamerasystemen aufgerüstet werden. Das Kamerasystem identifiziert die Struktur des Werkstücks, um automatisch die Position der Schweißnaht zu erkennen. Laseranschlüsse wie Futonics Special, FC/PC, SMA oder QBH-kompatibel sind verfügbar.





KOLLIMATOREN

Laser Kollimatoren sind ein unverzichtbares Zubehör für die Integration von Lasern in übergeordnete Maschineneinheiten. Sowohl für die Einkopplung als auch für die Auskopplung von Licht aus oder in eine optische Faser ist es essenziell wichtig, einen kollimierten Laseraustritt zu haben. Mithilfe eines optischen Kollimators kann die Divergenz des Lichtaustritts deutlich reduziert werden. Aus dieser Anforderung heraus wurden von Futonics eigene Kollimator-Systeme entwickelt. Durch die Verwendung von optischen Infrarotmaterialien wird die Strahlqualität und -effizienz maximiert. Das Produktdesign ist kompakt, einfach zu bedienen und eignet sich für verschiedene optische Anwendungen.

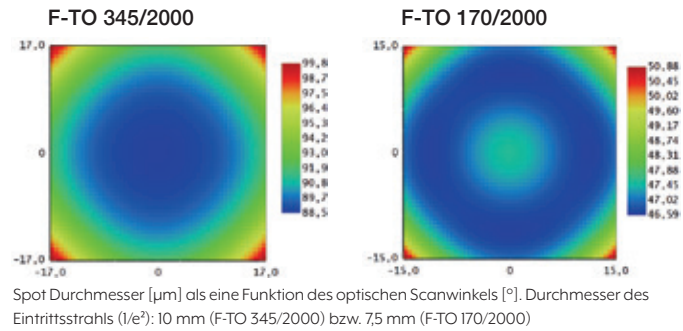


Kollimatoren

Spezifikationen:	Futonics 12,0	Futonics 16,4	Futonics 18,0	QBH 10,0	SMA 2,0	SMA 8,8	SMA 10,0	SMA 12,7
Wellenlänge [nm]:	1940 – 2050	1940 – 2050	1940 – 2050	1940 - 2050	1940 – 2050	1940 – 2050	1940 – 2050	1940 - 2050
Effektive Brennweite [mm]:	44,5	83,3	64,4	49,7	6,9	44,5	35,7	64,4
Strahldurchmesser (1 /e ²) [mm]*:	12,0	16,4	18,0	10,0	2,0	8,8	10,0	12,7
NA:	0,14	0,10	0,14	0,10	0,14	0,10	0,14	0,10
Faserstecker:	Futonics	Futonics	Futonics	QBH	SMA	SMA	SMA	SMA
Gehäusegröße [mm x mm]:	117 x 30	117 x 30	117 x 30	68 x 43	48 x 39,6	117 x 30	60 x 39	117 x 30
Gewicht [g]:	112	114	114	90	110	112	172	114
Geeignet für Laserleistung [W]:	200	200	200	200	50	50	200	50

* Theoretische Strahleigenschaften am Kollimatorausgang

**Design Wellenlängen
1940 nm – 2050 nm**



Spot Durchmesser [µm] als eine Funktion des optischen Scanwinkels [°]. Durchmesser des Eintrittsstrahls (1/e²): 10 mm (F-TO 345/2000) bzw. 7,5 mm (F-TO 170/2000)



F-TO 345/2000

Design-Wellenlänge [nm]:	1940 – 2050
Effektive Brennweite [mm]:	344,8
Durchmesser des Eingangsstrahls (1/e²) [mm]:	10
Scanfeldgröße [mm²]*:	205 x 205
Arbeitsabstand [mm]:	319,5
Flansch - Fokus Abstand [mm]:	468,4
Optischer Scanwinkel [°]:	±24
Spiegel - Flansch Abstand [mm]:	48,4
Spotdurchmesser Fokus (1/e²) [µm]:	87,8
Max. Telezentriefehler [°]:	14,6
Linsematerial:	ZnSe, CaF ₂
Schutzglas:	CaF ₂
AR-Beschichtung VIS (600 - 700 nm):	T>80%,
AR-Beschichtung Laser (1940 - 2050 nm):	T>99%,
AR-Beschichtung Pyrometer (3,5 - 5 µm):	T>60%
Gewicht [kg]:	4,5
Montagegewinde [mm]:	M85 x 1

*Für ein System mit zwei Spiegeln mit Spiegelabständen vom Objektivgehäuse: 19,7 mm / 35,7 mm

Alle Produktinformationen gelten als korrekt und können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die hierin enthaltenen Informationen binden Futonics nur dann rechtlich, wenn sie ausdrücklich in die Geschäftsbedingungen eines Kaufvertrags aufgenommen wurden. Der Benutzer übernimmt alle Risiken und Haftung im Zusammenhang mit der Verwendung eines Produkts oder seiner Anwendung. © 2020 Futonics Laser GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

F-THETA OBJEKTIVE

In den meisten Fällen ist ein F-Theta Objektiv hinter einem beweglichen Galvanometer-Spiegelsystem installiert, um verschiedene Anwendungen wie Markieren, Bohren, Schweißen, Ritzen und Schneiden zu realisieren. Die F-Theta Optik erzeugt in Verbindung mit der XY-Galvo-Scannereinheit eine zweidimensionale Arbeitsfläche, in der eine beliebige Kontur abgebildet wird. Die Objektive sind beugungsbegrenzt und zeichnen sich durch hohe Abbildungsqualität aus. Außerdem bieten sie eine hohe Zerstörschwelle, eine hohe Spotkonstanz über den gesamten Scanbereich und garantieren eine minimale Brennpunktverschiebung bei Lasern mit hohen Leistungen.

Futonics bietet verschiedene F-Theta Objektive für den nahinfraroten Wellenlängenbereich an. Die neue Produktlinie basiert auf Kristalllinsen aus Zinkselenid (ZnSe) und Calciumfluorid (CaF₂). Zur Verfügung stehen Brennweiten von 170 mm (Scanfeld 90 mm x 90 mm) sowie 345 mm (Scanfeld 205 mm x 205 mm). Nur durch die Bereitstellung produktionsgerechter Fokussierungssysteme können die äußerst vielseitigen Möglichkeiten des Faserlasers voll ausgeschöpft werden. Die Futonics F-Theta Objektive für die Lasermaterialbearbeitung garantieren beste Bearbeitungsergebnisse über den gesamten Arbeitsbereich. Gerade bei anspruchsvollen Anwendungen können diese Objektive dazu beitragen, Ihre Anforderungen in der Produktion zu erfüllen. Das breite Anwendungsspektrum umfasst unter anderem: **Lasermaterialbearbeitung, Automobilindustrie, Medizintechnik, Solarzellenherstellung, Halbleiterfertigung.**



F-TO 170/2000

Design-Wellenlänge [nm]:	1940 – 2050
Effektive Brennweite [mm]:	170,2
Durchmesser des Eingangsstrahls (1/e²) [mm]:	7,5
Scanfeldgröße [mm²]*:	90 x 90
Arbeitsabstand [mm]:	198,8
Flansch - Fokus Abstand [mm]:	242,8
Optischer Scanwinkel [°]:	±22
Spiegel - Flansch Abstand [mm]:	30,5
Spotdurchmesser Fokus (1/e²) [µm]:	57,8
Max. Telezentriefehler [°]:	11,5
Linsematerial:	ZnSe, CaF ₂
Schutzglas:	CaF ₂
AR-Beschichtung VIS (600 - 700 nm):	T>80%,
AR-Beschichtung Laser (1940 - 2050 nm):	T>99%,
AR-Beschichtung Pyrometer (3,5 - 5 µm):	T>60%
Gewicht [kg]:	0,8
Montagegewinde [mm]:	M85 x 1

*Für ein System mit zwei Spiegeln mit Spiegelabständen vom Objektivgehäuse: 19,7 mm / 35,7 mm

BEARBEITUNGSKÖPFE

Futonics Bearbeitungsköpfe können mit einem 5-Achsen-System oder einem Roboterarm arbeiten, um unregelmäßigen Geometrien zu folgen. Unsere Faserlaser bieten hochwertige Strahlen, um Ihre unterschiedlichen Anforderungen für verschiedene Verarbeitungsszenarien zu erfüllen. Der Futonics Bearbeitungskopf mit optischem Präzisionsdesign verbessert die Produktqualität, erhöht die Leistung und erleichtert die Herstellung von Präzisionsprodukten.



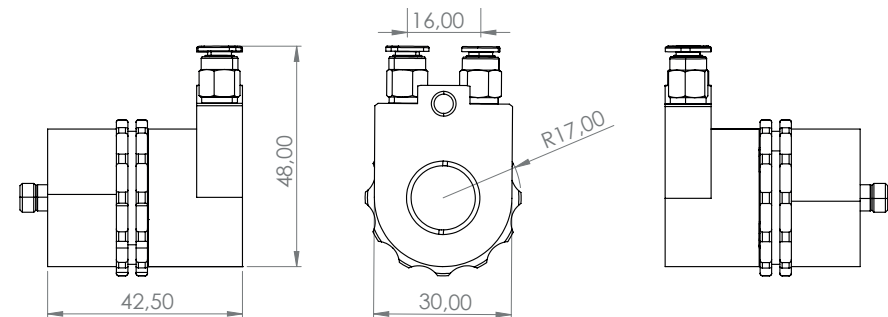
FMH980/1000

Der Bearbeitungskopf FMH980/1000 wurde von Futonics für Schweißapplikationen entwickelt. Der Schweißkopf hat einen variablen Arbeitsabstand bis hin zur Kollimation, der über das Einstellrad für die jeweilige Applikation eingestellt werden kann. Beim Mindestarbeitsabstand von 25 mm entspricht der Spotdurchmesser 50 μm , bei Kollimation 1,93 mm. Zum Einkoppeln des Lasers ist der Bearbeitungskopf mit einem SMA Fasersteckeranschluss design.

FMH980/1000

Wellenlänge [nm]:	1940-2050
Arbeitsabstand [mm]:	980
Strahldurchmesser Fokus (1/e ²) [*] [μm]:	1000
NA Input:	0,14
NA Output:	0,0006
Faserstecker:	SMA
Gehäusegröße [mm x mm]:	48,5 x 39,6
Gewicht [g]:	110
Geeignet für Laserleistung [W]:	50
Applikation:	Schweißen

* Bei Singlemodefaser mit NA Input = 0,14





FMH46/45

Der Bearbeitungskopf FMH46/45 kann zum Schneiden von verschiedenen Materialien eingesetzt werden. Er hat einen Arbeitsabstand von 46 mm und einen Strahldurchmesser von 45 µm. In den Schneidkopf kann das Prozessgas durch Kühlanlüsse geleitet werden. Der Anwender hat die Wahl zwischen einem bis drei Kühlanlässen für die Schneidapplikation. In den Bearbeitungskopf können Laser durch entweder einen SMA, Futonics Special oder QBH-kompatiblen Faserstecker eingekoppelt werden.

FMH46/45

Wellenlänge [nm]:	1940-2050
Arbeitsabstand [mm]:	46
Strahldurchmesser Fokus (1/e ²)* [µm]:	45
NA Input:	0,14
NA Output:	0,03
Faserstecker:	SMA/Futonics/QBH
Gehäusegröße [mm x mm]:	250 x 43,1
Gewicht [g]:	560
Geeignet für Laserleistung [W]:	200
Applikation:	Schneiden

* Bei Singlemodelfaser mit NA Input = 0,14

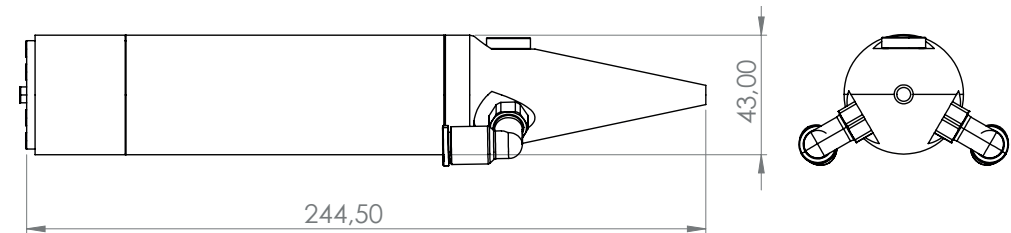
3 Kühlanlüsse



2 Kühlanlüsse



1 Kühlanschluss





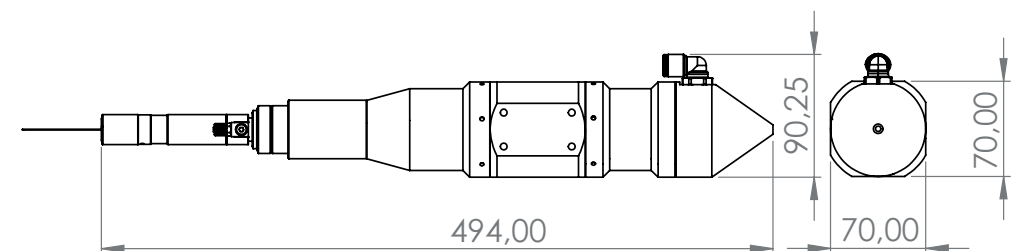
FMH9/14

Der Bearbeitungskopf FMH9/14 kann zum Schneiden von verschiedenen Materialien eingesetzt werden. Er hat einen Arbeitsabstand von 9 mm und einen Strahldurchmesser von 14 μm im Fokus. In den Schneidkopf kann das Prozessgas durch einen Kühlanschluss geleitet werden. In den Bearbeitungskopf können Laser durch entweder einen SMA, Futonics Special oder QBH-kompatiblen Faserstecker eingekoppelt werden.

FMH9/14

Wellenlänge [nm]:	1940-2050
Arbeitsabstand [mm]:	9
Strahldurchmesser Fokus ($1/e^2$)* [μm]:	14
NA Input:	0,14
NA Output:	0,09
Faserstecker:	SMA/Futonics/QBH
Gehäusegröße [mm x mm]:	448 x 99,96
Gewicht [g]:	1600
Geeignet für Laserleistung [W]:	50/200
Applikation:	Schneiden

* Bei Singlemodefaser mit NA Input = 0,14

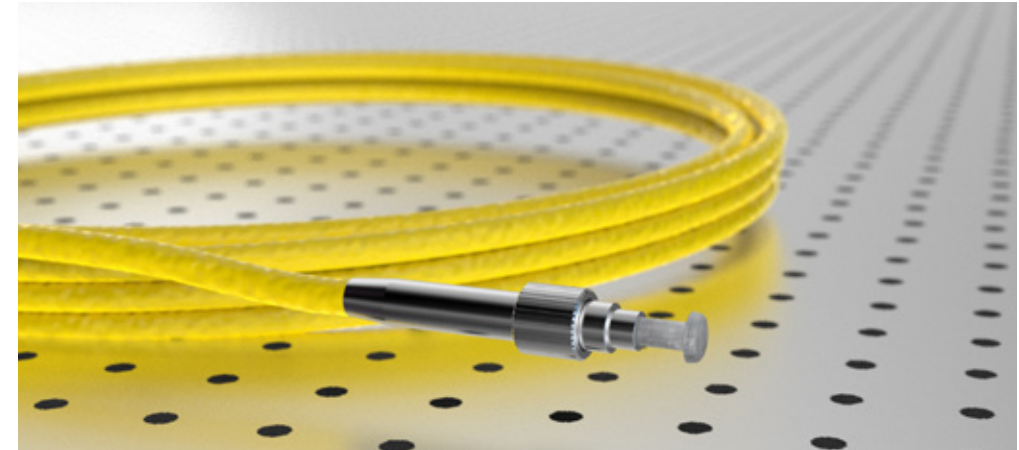


AUFBAUTEN

ZUBEHÖR



Futonics bietet zudem kundenspezifisch für den jeweiligen Einsatzbereich maßgeschneiderte Aufbauten zur Materialbearbeitung an.



Arbeitsfasern

Faser NA:	0,22/0,45	0,22 ± 0,02
Faser Kern [µm] (± 3 - 5 µm):	100/200/400/600/800/1000	1000
Faser Mantel [µm] (± 3 - 5 µm):	105/220/440/660/880/1100	1100
Faser Schutzbeschichtung [µm] (± 3 - 5 µm):	125/320/700/960/1100/1600	1600
Faser Material:	OH-armer Quarz (SiO ₂)	OH-armer Quarz (SiO ₂)
Mantel Material:	Fluorid-dotierter Quarz	Fluorid-dotierter Quarz
Schutzbeschichtung Material:	Acrylat	Acrylat
Schutzkabel Material:	Interlock Edelstahl	Interlock Edelstahl
Außendurchmesser des Schutzkabels [mm]:	6,2	6,2
Schutzkabel Farbe:	Gelb	Gelb
Stecker beidseitig:	Standard SMA	Standard SMA
Länge [m]:	10	10
Betriebstemperatur [°C]:	-40 - 85	-40 - 85
Biegeradius [mm]:	≥ 200-facher Manteldurchmesser	Dynamisch: ≥ 220 Statisch: ≥ 110

Futonics Laser GmbH

Albert-Einstein-Str. 3
37191 Katlenburg-Lindau
Deutschland

Tel: +49 551 504207-0
Fax: +49 551 504207-20

info@futonics.de
www.futonics.de