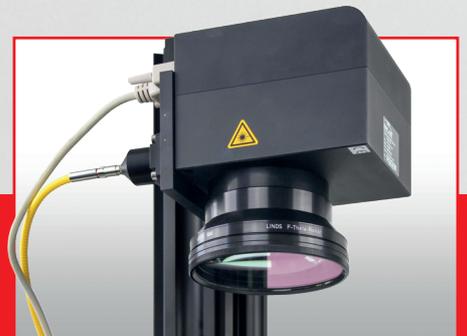


Modulare Lösungen fürs Laserkunststoffschweißen



precise & concise  
clean & green

Zu verschweissende Kunststoffbauteile weisen eine grosse Vielfalt an Geometrien auf. Um dieser Vielfalt und gleichzeitig einem grossen Spektrum an Kundenwünschen gerecht zu werden, sind unsere Maschinen modular aufgebaut. Die Turnkey Maschinen können aus unserem Baukastensystem auf Ihre spezifischen Anforderungen konfiguriert und an Ihre Bauteile angepasst werden.

Alle Laser, Optiken, Spanneinheiten und Bewegungssysteme aus dem Modula Portfolio (Seiten 5-9) sind auch in den Turnkey Systemen erhältlich.

Für die Bauteilzuführung kann zwischen Schublade und Rundtaktisch (zwei Positionen) ausgewählt werden. Mit kundenspezifischen Anpassungen lassen sich auch Transferbänder in die Turnkey Systeme integrieren. Die Turnkey Maschinen werden betriebsbereit geliefert und müssen nur noch an das Stromnetz und, je nach Konfiguration, an Druckluft angeschlossen werden.

## Turnkey S

Die Turnkey S ist die kleinste Version der schlüsselfertigen Maschinen und findet auf einem normalen Arbeitstisch Platz. Trotz ihrer kompakten Bauweise ist sie modular aufgebaut und kann für alle Schweissprozesse mit den unterschiedlichen Modula Komponenten ausgerüstet werden. Steuerung, Laser und Kühlung sind im Schaltschrank auf der Rückseite untergebracht. Es ist keine separate Lasereinheit notwendig.

Der Schweissprozess kann über den Touch-Screen eingerichtet und verfolgt werden. Über die USB-Anschlüsse können optional Tastatur und Maus angeschlossen werden und über den rückseitigen HDMI-Stecker auch ein grösserer Bildschirm.

Zum Schweissen wird eine kleine Hubtüre geöffnet. Für das Einrichten oder die Wartung kann die vordere Maschinenabdeckung angehoben werden, so dass alle Komponenten gut zugänglich sind. Die Schublade für die Bauteile und die Hubtüre können wahlweise manuell, pneumatisch oder elektrisch betrieben werden. Der Rundtaktisch ist in manueller und elektrischer Ausführung erhältlich.

Mit der Ethernet-Schnittstelle auf der Rückseite kann die Turnkey S an ein LAN-Netzwerk angeschlossen werden. Prozessdaten oder Schweissprogramme können so heruntergeladen werden. Ebenso ist der Aufbau einer Fernwartungsverbindung via Internet möglich.

### abgebildete Konfiguration

- Scanner Optik
- Laserleistung 200 W
- Rundtaktisch
- Spanneinheit pneumatisch
- Hubtüre pneumatisch



### Technische Daten

Grösse Schweisskontur	Achsen 150 x 100 mm Scanner 100 x 100 mm
Laserleistungen	30-200 W
Wellenlänge	980 nm / 1070 nm / 1725 nm / 1940 nm
Laserklasse	1 (roter Pilotlaser 2)
Spannkraft	bis 2'300 N
Spannweg	20 mm, bei Bedarf erweiterbar
Schublade	manuell, pneumatisch oder elektrisch
Rundtaktisch	Durchmesser 300 mm, manuell, pneumatisch oder elektrisch
Hubtüre	300 x 140 mm, manuell, pneumatisch oder elektrisch
Kühlung	Luft (IP20 mit Filtermatte)
Umgebungstemperatur	35/40 °C, abhängig von Laserleistung und Belastungszyklus
Spannungsversorgung	100-240 V, 50/60 Hz, <10 A
Dimensionen	520 x 700 x 565 mm, mit Lampenturm 780 mm
Gewicht	60-75 kg, abhängig von Konfiguration



### abgebildete Konfiguration

- Radialoptik
- Laserleistung 40 W
- Schublade manuell
- Bewegung Radialoptik pneumatisch
- Hubtüre pneumatisch

### abgebildete Konfiguration

- Spotoptik Advanced mit Pyrometer
- xy-Achssystem
- Laserleistung 40 W
- Spanneinheit pneumatisch
- Schublade & Hubtüre pneumatisch



## Turnkey M

Die Turnkey M ist eine schlüsselfertige Maschine für grössere Bauteile (bis maximal einen halben Meter). Sie ist als Workstation konzipiert, die stehend oder sitzend bedient werden kann. Wie die Turnkey S ist sie modular aufgebaut und kann in unterschiedlichen Versionen passend zu den zu schweisenden Bauteilen und gemäss Kundenanforderungen konfiguriert werden.

Der Laser und die Steuerung befinden sich im Unterbau, so dass im Oberbau die Zugänglichkeit zum Schweissraum mit Spanneinheit, Bewegungssystem und Optik optimal ermöglicht werden kann. Dieser kann durch die grossen Seitentüren oder durch die Türe von hinten erreicht werden. Alle Türen im Oberbau werden zur Maschinensicherheit überwacht. Der Schaltschrank hinten im Unterbau ist mit zwei kleinen Flügeltüren zugänglich und lasersicher abgetrennt. Der Laser selbst ist durch die unteren Seitentüren links und rechts zugänglich. Zum Schweiessen wird nur die Hubtüre vorne geöffnet und geschlossen.

Der Schweissprozess wird auf einem Touch-Screen eingerichtet, der je nach Grösse des Bedieners unterschiedlich stark geneigt werden kann. Über die USB-Anschlüsse im Bedientisch können optional Tastatur und Maus angeschlossen werden.

Die Schublade für die Bauteile und die Hubtüre können wahlweise manuell, pneumatisch oder elektrisch betrieben werden. Der Rundtakt ist in manueller und elektrischer Ausführung erhältlich.

Für den Anschluss an ein lokales Netzwerk (LAN) kann die Ethernet-Schnittstelle auf der Rückseite des Turnkey M verwendet werden, beispielsweise um Prozessdaten auf einen Server zu verschieben oder um eine Fernwartungsverbindung via Internet einzurichten.

### abgebildete Konfiguration

- Spotoptik Advanced mit Pyrometer
- Laserleistung 40 W
- xyz-Achsensystem
- Spanneinheit pneumatisch
- Schublade & Hubtüre pneumatisch



Grosser Schweissbereich bis maximal 470 x 470 mm mit Achsensystem inklusive vertikale z-Achse und grosser Spanneinheit.



Schaltschrank rückseitig luftgekühlt mit zwei Flügeltüren, elektrische und pneumatische Anschlüsse sowie Netzwerk.



## Technische Daten

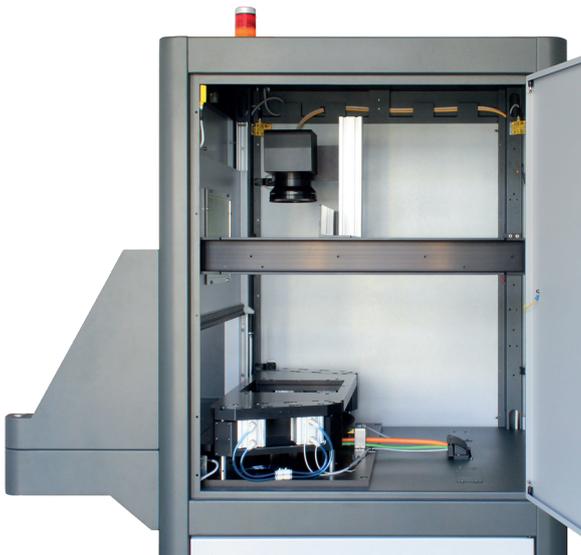
Grösse Schweisskontur	Achsen 470 x 470 mm, Scanner 350 x 350 mm
Laserleistungen	30-200 W
Wellenlänge	980 nm / 1070 nm / 1725 nm / 1940 nm
Laserklasse	1 (roter Pilotlaser 2)
Spannkraft	bis 7'000 N
Schublade	manuell, pneumatisch oder elektrisch
Rundtaktisch	Durchmesser 650 mm, manuell oder elektrisch
Hubtüre	650 x 400 mm manuell, pneumatisch oder elektrisch
Kühlung	Luft (IP20 mit Filtermatte)
Umgebungstemperatur	35/40 °C, abhängig von Laserleistung und Belastungszyklus
Spannungsversorgung	100-240 V, 50/60 Hz, <10 A
Dimensionen	880 x 1'200 x 1'950 mm bei Schublade 880 x 1'250 x 1'950 mm bei Rundtaktisch mit Lampenturm 2'170 mm hoch.
Gewicht	ca. 300 kg, abhängig von Konfiguration



USB-Anschluss für Speichermedium oder zusätzliche Bedienelemente wie Maus und Tastatur.

### abgebildete Konfiguration

- Scanneroptik
- Laserleistung 200 W
- Spanneinheit pneumatisch
- Rundtaktisch elektrisch
- Hubtüre pneumatisch



Gute Zugänglichkeit im Oberbau durch die seitlichen Türen zu Spanneinheit, Optik und Bewegungssystem.



Grosser Rundtaktisch mit breiter geöffneter Hubtüre und Spanneinheit in Innenposition des Rundtaktischs.

Für den Bau einer Spezialmaschine bieten wir Ihnen die Module unserer Turnkey-Maschinen einzeln an, so dass sie durch Ihren Betriebsmittelbau oder Sondermaschinenbauer integriert werden können. Eine Lasereinheit und eine Optik werden für jede Integration benötigt. Zusätzlich sind auch die Spanneinheit und das Bewegungssystem von uns erhältlich. So liefern wir alle für den Schweissprozess relevanten Module präzise aufeinander abgestimmt. Der Betriebsmittelbau oder Sondermaschinenbauer muss sich nur noch um das Gehäuse, die Zuführung der Bauteile und die Gewährleistung der Maschinensicherheit kümmern.

## Laser

Die Lasereinheit ist das zentrale Modul der Modula Produktreihe. Sie beinhaltet neben dem eigentlichen Laser auch die Steuerung, die Schnittstellen und die Bedienelemente.

Über den Touch-Screen können die Einstellungen für den Schweissprozess vorgenommen werden. Optional können über USB-Anschlüsse auch Maus und Tastatur sowie über HDMI ein grösserer Bildschirm angeschlossen werden.

Die Anschlüsse für die anderen Modula Komponenten befinden sich auf der Rückseite, ebenso die Schnittstelle zur Integration durch digitale und analoge Ein- und Ausgänge. Die Sicherheitselemente Not-Stop und zweikanaliger Interlock lassen sich unterschiedlich konfigurieren, so dass eine Integration mit Performance Level e nach EN13849 möglich ist.

### Technische Daten

Laserleistungen	30-200 W
Wellenlänge	980 nm / 1070 nm / 1725 nm / 1940 nm
Laserklasse	4 (roter Pilotlaser 2)
Luftkühlung	Schutzklasse IP20 oder IP30, mit oder ohne Filtermatte
Umgebungstemperatur	35/40 °C, abhängig von Laserleistung, Typ Luftkühlung und Belastungszyklus
Spannungsversorgung	100-240 V, 50/60 Hz, <10 A
Netzwerk, Fernwartung	Ethernet RJ45 auf Rückseite
Dimensionen	520 x 430/530 x 215 mm, Tiefe abhängig von Konfiguration



Frontansicht mit Lüftungsschlitzen IP30 und Schwenkfüssen

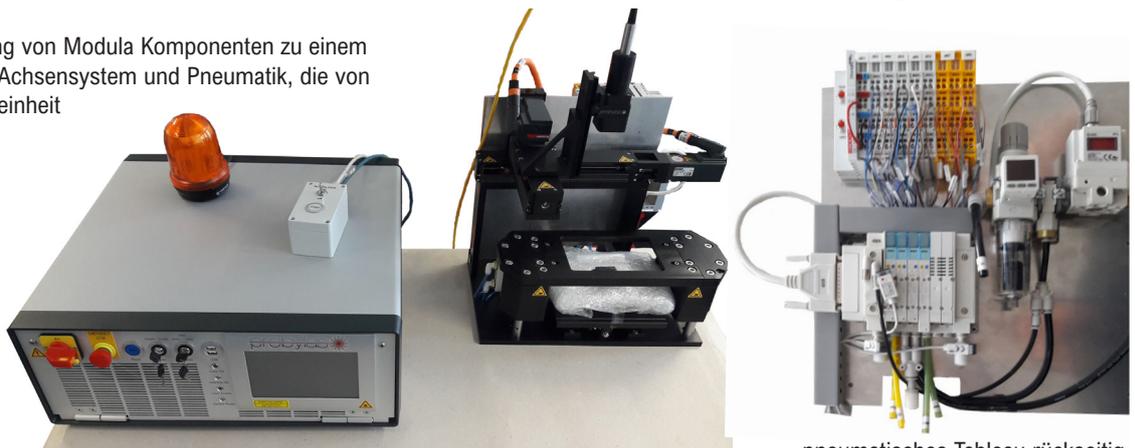


Anschlüsse auf der Rückseite der Modula Lasereinheit

Beispiel einer Zusammenstellung von Modula Komponenten zu einem offenen Laborsystem inklusive Achsensystem und Pneumatik, die von der Modula Laser- und Kontrolleinheit angesteuert werden.

### abgebildete Konfiguration

- Laserleistung 200 W
- Linienoptik 40 mm lang
- xy-Achssystem
- Spanneinheit pneumatisch
- Schublade pneumatisch
- Warnlampe

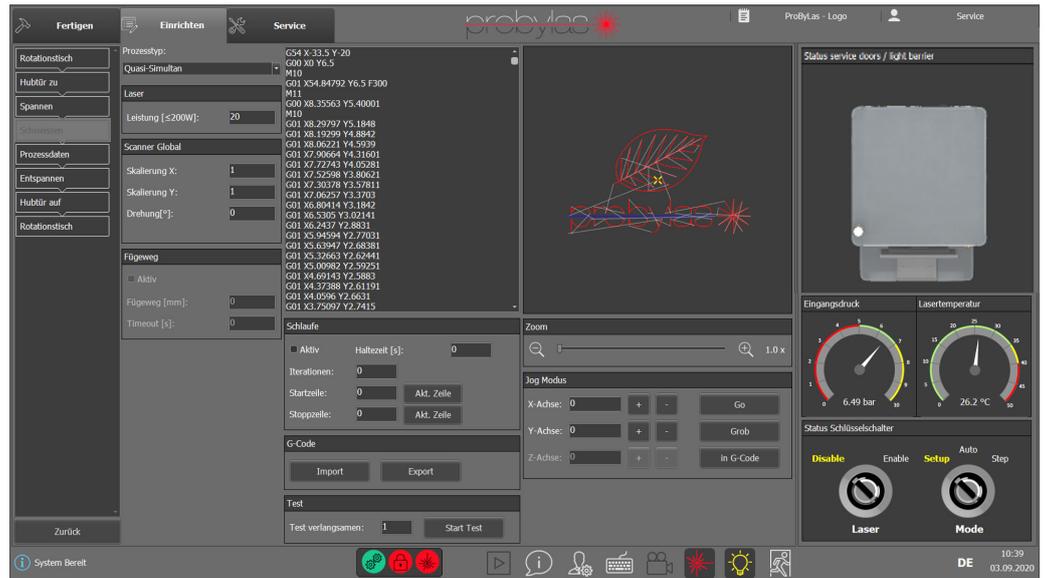


pneumatisches Tableau rückseitig

# Bedienoberfläche

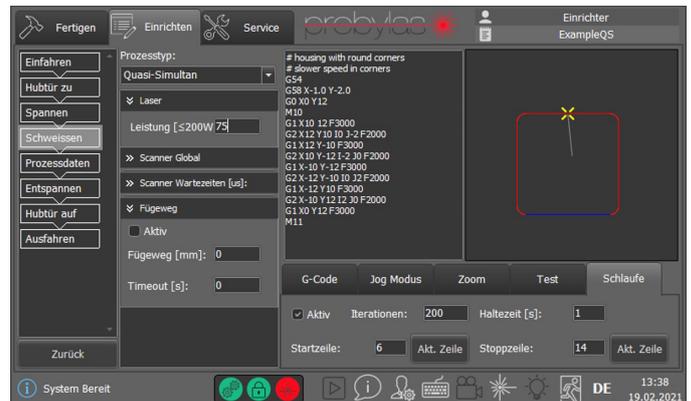
Die Bedienoberfläche kann auf dem kleinen integrierten 7-Zoll Monitor angezeigt werden oder auf einem separaten grossen Monitor, welcher am rückseitigen HDMI-Stecker angeschlossen werden kann. Gegenüber der Darstellung auf dem kleinen Monitor (siehe unten), wird auf dem grösseren rechts eine zusätzliche Spalte angezeigt.

- Für die Bedienung gibt es drei unterschiedliche Stufen mit unterschiedlichen Passwörtern:
- Operator zum Produzieren
  - Einrichter um Rezepte zu erstellen
  - Service für Unterhalt



## Einrichten von Schweißrezepten

Benutzer, die als Einrichter eingeloggt sind, können in der Bedienoberfläche Schweißrezepte aus einzelnen Prozessschritten zusammenstellen, die in der linken Spalte angezeigt werden. Die einzelnen Prozessschritte werden, wenn ausgewählt, im Hauptbereich angezeigt. In diesem können die unterschiedlichen Prozessparameter eingestellt werden. Die Kontur für die Achsen oder den Scanner wird als G-Code programmiert oder von extern importiert. Die Kontur wird in der rechten Grafik dargestellt mit unterschiedlichen Farben für Bewegung ohne Laser in weiss, mit Laser in rot und aktuelle Zeile des G-Code in blau. Ebenfalls wird die aktuelle Position des Lasers mit einem gelben Kreuz markiert. Erstellte Rezepte können schlussendlich für die Produktion freigegeben werden.



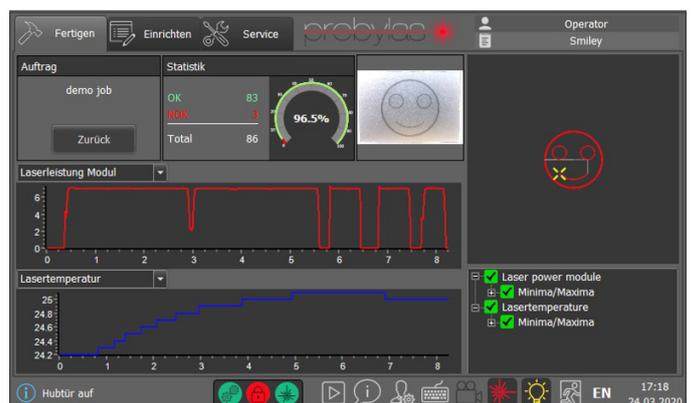
## Prozessdaten auswerten und speichern

Im Prozessschritt Prozessdaten können die unterschiedlichen Datenkanäle von Messensoren ausgewählt werden. Die einzelnen Datenkanäle können für die Produktionsansicht freigegeben und die Datenaufzeichnung angewählt werden. Verschiedene Möglichkeiten zur Auswertung der Prozessdaten können in der rechten Spalte ausgewählt werden, je nachdem was für diesen Datenkanal am sinnvollsten erscheint. Beispielsweise kann beim Setzweg im simultanen oder quasi-simultanen Prozessstyp minimaler und maximaler Wert gesetzt werden. Oder beim Pyrometer können Hüllkurven definiert werden zwischen denen das Messsignal liegen muss.



## Produktionsansicht

Benutzer, die als Operator eingewählt sind, können nur die Produktionsansicht sehen und dort einzelne Aufträge anlegen und auswählen, die auf vom Einrichter freigegebenen Rezepten basieren. Die einzelnen Aufträge können eine bestimmte Losgrösse haben oder unlimitiert sein. In der Produktionsansicht wird die Schweisskontur mit aktueller Position des Lasers angezeigt sowie eine Auswertung der bisherigen Schweissungen im Auftrag. Der Bediener kann zwei Kurven von freigegebenen Prozessdaten zur Ansicht auswählen. Die erstellte Prozess- und Qualitätsauswertung wird ebenfalls angezeigt. Bei einem Schlechtheil muss die Auswertung quittiert werden, bevor weiter produziert werden kann.



## Optik

Die Optiken sind modular aufgebaut, so dass sich neben der meist verwendeten Spotoptik auch weitere Optiken für spezielle Prozessstypen mit unterschiedlichen Parametern realisieren lassen. Das Fasersteckermodul mit Kollimationslinse sowie die Strahlformungselemente werden von oben und unten am Basiskörper der Optik befestigt.

### Faserstecker & Kollimation

Je nach Typ des Lasers sind unterschiedliche Faserstecker notwendig. Die Kollimationslinse formt einen parallelen Strahl – je nach Typ mit unterschiedlichem Durchmesser.



### Basiskörper Optik

Beim Basiskörper kann zwischen einer simplen Optik und einer Optik mit Messung der Laserleistung gewählt werden. Die Optik mit Leistungsmessung kann für ein Temperatursignal (80–400 °C) auch mit einem Pyrometer ergänzt werden.



### Strahlformung



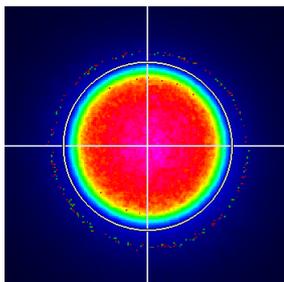
-   
 Spot Durchmesser  
0.5-3.0 mm
-   
 Linie Länge  
12-60 mm
-   
 volles Quadrat  
oder Rechteck
-   
 Ring  
<50 mm
-   
 DOE für  
beliebige Konturen
-   
 Kugel  
Spot mit Andruck
- Kameramodul seitlich an  
Optik zum Einrichten und  
zur Prozessbeobachtung

### Scanner

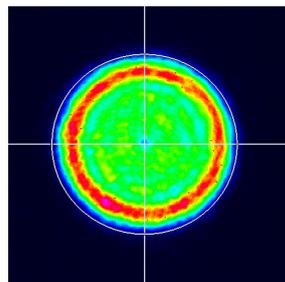
Der Scanner ist eine Kombination von Optik und Bewegungssystem. Zwei drehbare Spiegel im Scannerkopf lenken den Strahl in x- und y-Richtung ab. Da mit den Spiegeln nur wenig Masse bewegt wird, sind Geschwindigkeiten von einigen Metern pro Sekunde und damit ein quasi-simultaner Prozess möglich.

Die Ausgangslinse (f-theta Linse) bestimmt die Größe des Scanfelds, das 100 x 100 mm, 240 x 240 mm oder 350 x 350 mm gross sein kann.

Wird mit dem Scanner anstelle des üblichen fasergekoppelten Diodenlasers (980 nm) ein Faserlaser (1070 nm) verwendet, können andere Strahlprofile in der Arbeitsebene erzeugt werden wie das fürs Kunststoffschweißen ideale M-shape.



Strahlprofil Flat-top mit fasergekoppeltem Diodenlaser



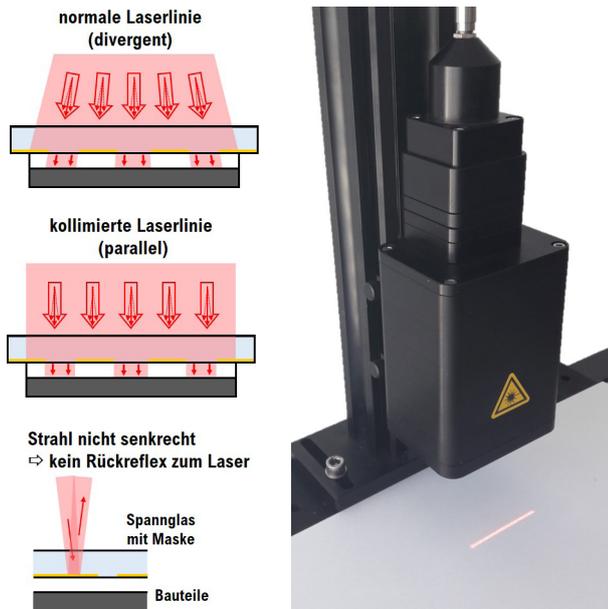
Strahlprofil M-shape mit Faserlaser



## Spezielle Optik Varianten

### Kollimierte Linienoptik

Die kollimierte Linie ist eine Spezialversion der Linienoptik für das Maskenschweißen. Die Linie wird nicht länger entlang der Ausbreitungsrichtung, sondern sie bleibt gleich lang. Beim Schattenwurf der Maske auf das Bauteil bleibt auch bei grösseren Abständen die Geometrie erhalten, so dass die Verzerrung des Schattens von Maske bis Schweissebene nicht vorkorrigiert werden muss.



### Radialoptik

Die Radialoptik erlaubt es, zylindrische Bauteile am Umfang simultan zu schweißen - als Alternative zum Rotieren des Bauteils unter einer Spotoptik. Die Radialoptik basiert auf einer Ringoptik und enthält zusätzlich einen Kegelspiegel, der den Laserstrahl von aussen nach innen reflektiert. Das Bauteil wird von unten in die Radialoptik eingeführt. Anstatt einer Spanneinheit muss eine Presspassung den Kontakt zwischen den Bauteilen sicherstellen.

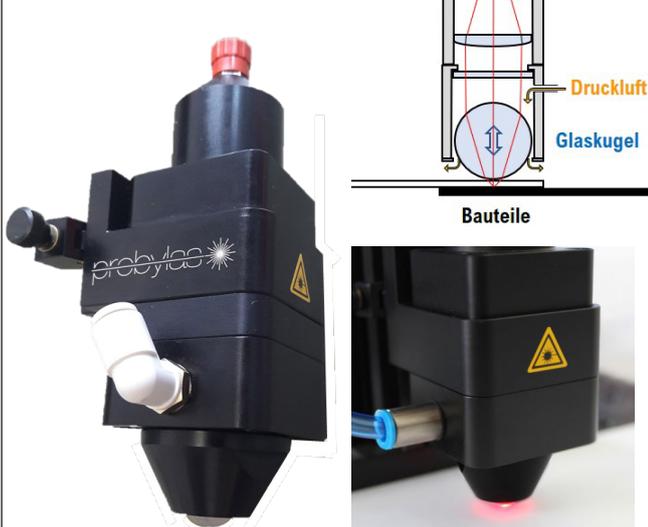


Offene Radialoptik für Labor mit Bauteil und Laserstrahl skizziert.

Standardmässige Radialoptik mit geschlossener Mantelfläche.

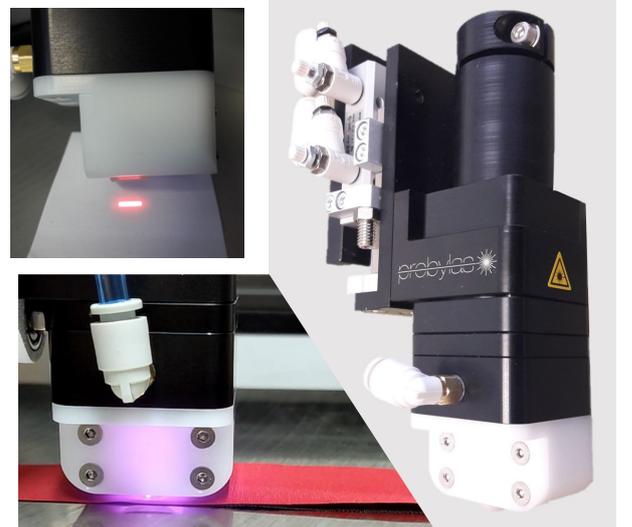
### Kugeloptik

Die Kugeloptik erlaubt es, Bauteile ohne Spanneinheit zu schweißen. Typischerweise handelt es sich dabei um Folien oder technische Textilien. Die Glaskugel fokussiert einerseits den Laserstrahl und andererseits drückt sie durch die Druckluft hinter der Kugel die Bauteile zusammen. Die Kugel bewegt sich frei im Druckluftlager und kann so mit der Bewegung der Kugeloptik über die Bauteile abrollen.



### Rollenoptik

Die Rollenoptik hat ein ähnliches Design wie die Kugeloptik und auch einen ähnlichen Anwendungsbereich für Folien oder technische Textilien. Die Glasrolle kann sich im Luftlager während dem Abrollen frei drehen und drückt die Bauteile zusammen. Der Laser wird zu einer kurzen Linie geformt, die im Andruckbereich der Rolle auf die Bauteile auftrifft, so dass sich breitere Schweissnähte als mit der Kugeloptik erzeugen lassen. Dafür ist die Bewegungsrichtung der Rollenoptik limitiert auf gerade Strecken. Enge Kurven wie mit der Kugeloptik sind nicht möglich.



## Bewegung

Um die Schweisskontur mit dem Laserstrahl abzufahren, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Sie hängen eng mit dem gewählten Typ des Schweissprozesses zusammen.

### xyz-Achsen

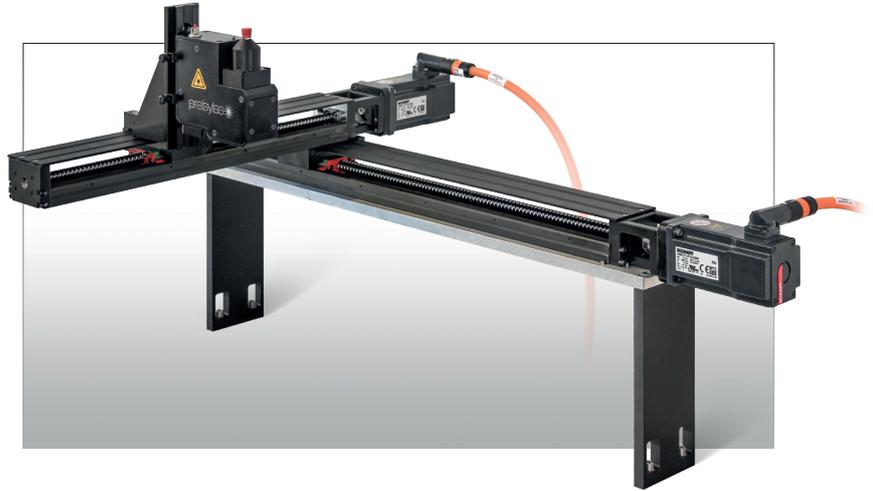
Die obenstehenden Optiken können an Achssysteme montiert werden, welche durch Servomotoren angetrieben werden. Je nach Geometrie des Bauteils reicht eine Achse aus oder es müssen eine x-, y- und z-Achse kombiniert werden. Die Steuerung der Achsen ist in der Lasereinheit untergebracht.

### Rotationsachse

Bei einer Schweissung am Umfang eines zylindrischen Bauteils kommt ein einzelner Servomotor oder ein solcher kombiniert mit einer Translationsachse zum Einsatz.

### Scanner

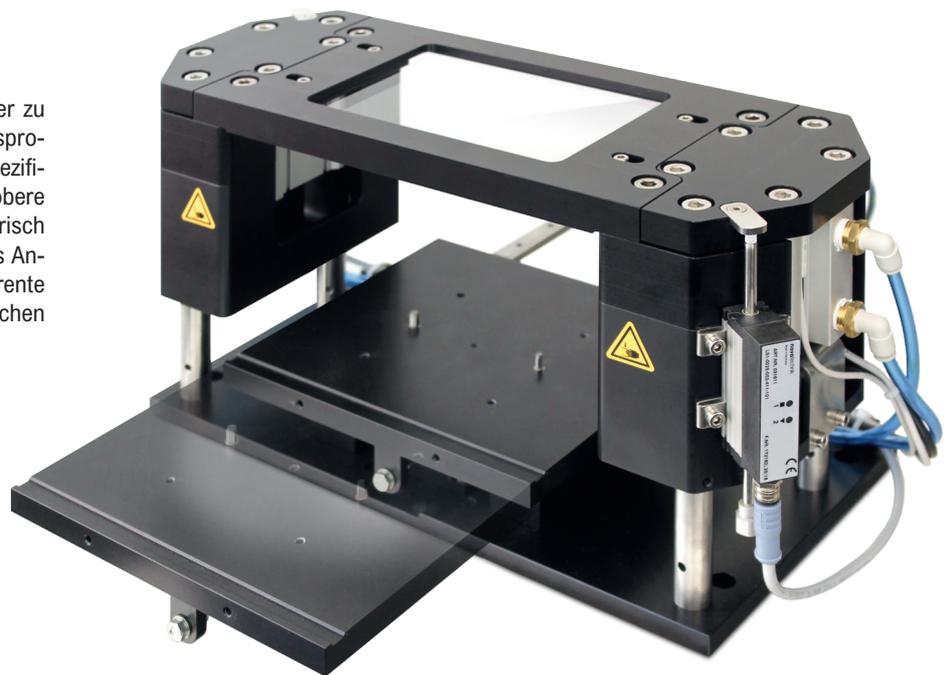
Der Scanner als eine Kombination von Optik und Bewegungssystem ist auf den Vorseiten bei den Optiken genauer beschrieben. Mit dem Scanner sind sehr schnelle Bewegungen von mehreren Metern pro Sekunde möglich, da die Bewegung des Laserstrahls durch drehende Spiegel erfolgt ohne viel Masse.



## Spanneinheit

Die Spanneinheit dient dem Zusammendrücken der zu schweisenden Bauteile während des Schweissprozesses. Die Werkstücke werden in die bauteilspezifische Aufnahme auf der Schublade eingelegt. Die obere Spannplatte bewegt sich pneumatisch oder elektrisch nach unten und drückt die Bauteile zusammen. Das Andruckwerkzeug kann eine für den Laser transparente Glasplatte oder eine Metallplatte mit bauteilspezifischen Ausfräsungen für den Laserstrahl sein.

Zur Prozess- und Qualitätskontrolle kann die Spanneinheit mit Wegmess- oder Kraftsensoren ausgerüstet werden. Mit den Wegmesssensoren kann der Spannweg überwacht und beim simultanen oder quasi-simultanen Prozessstyp auch der Setzweg im Schweissprozess gemessen werden.



Technische Daten	kleine Spanneinheit	grosse Spanneinheit	überbreite Spanneinheit
Grösse Schweisskontur	150 x 100 mm	240 x 240 mm	300 x 240 mm
maximale Bauteilbreite	210 mm	300 mm	360 mm
maximale Spannkraft	2'300 N	7'000 N	7'000 N
maximaler Spannweg		20 mm (bei Bedarf erweiterbar)	
Höhe Schublade zu Spannplatte		55 mm, erweiterbar in Schritten von 20 mm	
Bewegung Schublade		manuell, pneumatisch oder elektrisch	
Erzeugung Spannkraft		pneumatisch (6 bar) oder elektrisch (Servomotoren)	

## Modula Assembly Inline

Die Modula Assembly Inline ist eine spezifische Zusammenstellung aus Lasereinheit, Scanner, spezieller Spanneinheit und Gehäuse für die Integration in ein Transfersystem oder an einen grösseren Rundtaktisch. Die Spanneinheit drückt auf den gestoppten Werkstückträger und schliesst diesen lasersicher ab. Dies erlaubt es, das Modula Assembly Inline ohne zusätzliche Laserschutzmassnahmen zu betreiben. Anstelle einer Scanneroptik kann auch eine andere Optik eingebaut werden um beispielsweise simultan zu schweissen.

Für die Integration werden benötigt:

- Unterbau für die Bearbeitungszelle passend zu spezifischem Transferband oder Rundtaktisch, welcher mechanisch genügend stabil ist für Spankräfte
- Werkstückträger oder Bauteilaufnahme, welche/r gegen das Spannwerkzeug des Modula Assembly Inline lasersicher schliesst
- Schnittstellenkabel für Startsignal und Not-Stop

**Prozesszelle** - mit Optik und Spanneinheit



**Modula Lasereinheit** - bis ca. 4 m von Prozesszelle entfernt



### Technische Daten

Grösse Schweisskontur	100 x 100 mm
Laserleistungen	40-200 W (Wellenlänge 980 nm, 1070 nm)
Laserklasse	4 (roter Pilotlaser 2)
Spannkraft	bis 2'300 N
maximaler Spannweg	20 mm (nach Bedarf erweiterbar)
Kühlung	Luft (IP20 Filtermatte)
Umgebungstemperatur	35/40°C – abhängig von Laserleistung
Spannungsversorgung	100-240 V, 50/60 Hz, <10 A
Dimensionen	Prozesszelle 330 x 330 x 410 mm Modula Lasereinheit 520 x 430 x 215 mm



Beim Schweißen von zwei Bauteilen wird der Kunststoff an den zu verbindenden Oberflächen aufgeschmolzen und zusammengedrückt, so dass sich der flüssige Kunststoff beider Teile mischt. Beim Abkühlen erstarren die Kunststoffschmelzen und ergeben eine feste Verbindung. Damit ein Schweißen möglich ist, müssen die beteiligten Kunststoffe unter Wärmeeinwirkung schmelzen (Thermoplaste) bevor sie degradieren oder sich zersetzen (Duroplaste).

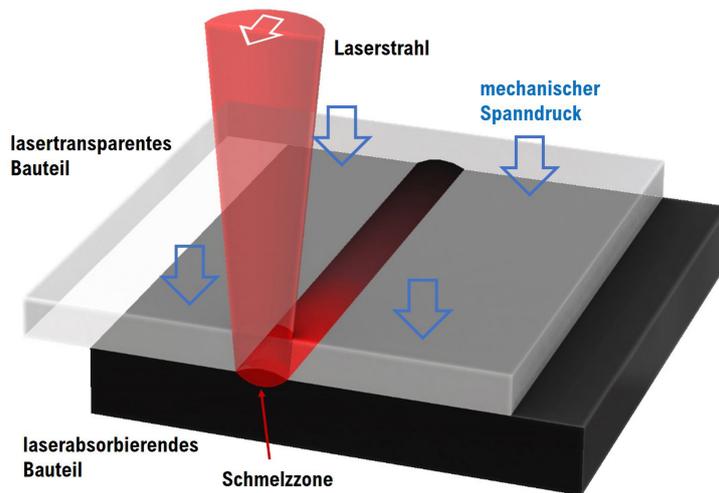
## Klassischer Prozess Laserdurchstrahlschweißen

Beim Laserschweißen wird die Wärme um den Kunststoff anzuschmelzen mit dem Laser direkt in die Schweißnaht der bereits aufeinander liegenden Bauteile eingebracht. Das obere Bauteil ist für den Laser transparent, so dass zumindest ein Teil des Laserstrahls bis zum unteren Bauteil gelangt. Das untere Bauteil absorbiert den Laser an der Oberfläche, erwärmt sich und schmilzt.

Durch den mechanischen Spanndruck auf den Bauteilen berühren sich das untere und das obere Bauteil, so dass auch die Oberfläche des oberen Bauteils plastifiziert und sich die Kunststoffschmelzen mischen. Beim Abkühlen und Erstarren der Kunststoffschmelze in der Verbindungsstelle ergibt sich eine feste, belastbare Schweißnaht.

### Vorteile

- präzise lokalisiert
- flache Schmelzzone
- wenig Energie notwendig
- wenig Materialspannung
- keine Partikel
- keine Vibrationen
- keine Emissionen
- keine Lösungsmittel



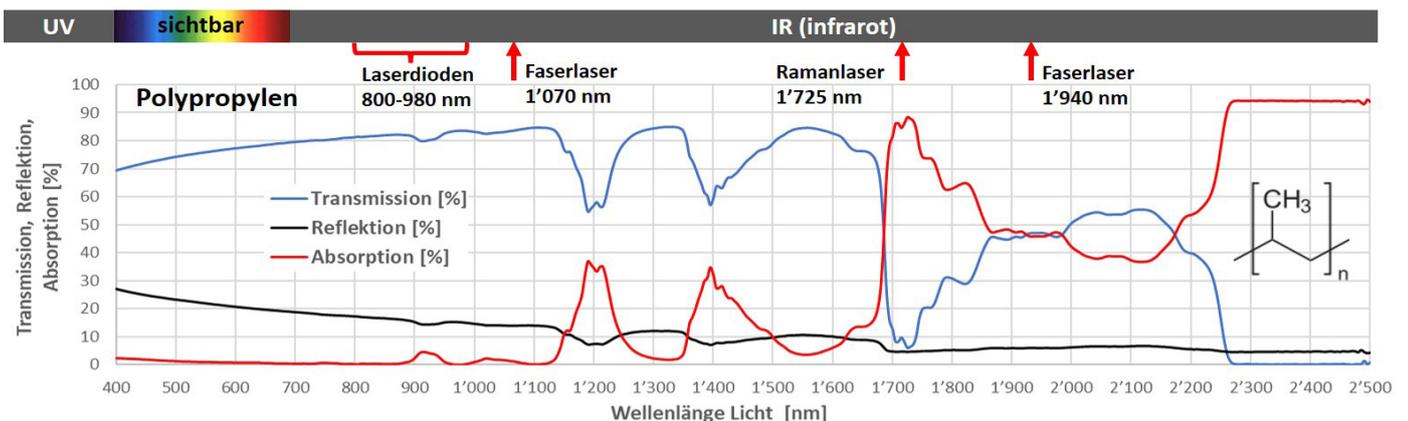
### Industrien

Aufgrund der technischen Vorteile wird das Kunststoffschweißen mit Laser primär in Industrien mit hohen Qualitätsanforderungen eingesetzt wie:

- Medizintechnik
- Automobil
- Elektronik
- Konsumgüter
- technische Textilien

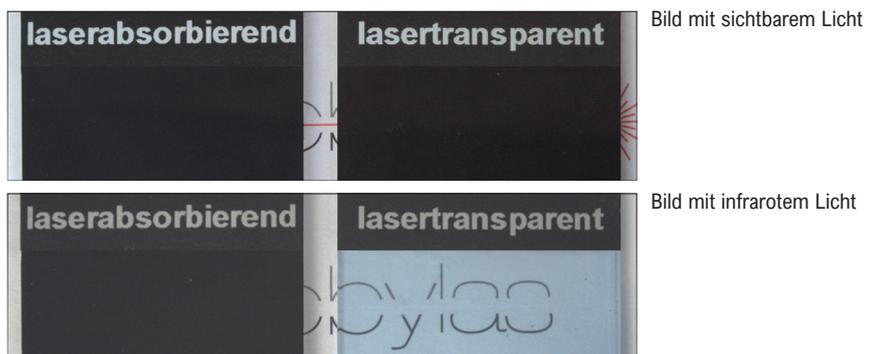
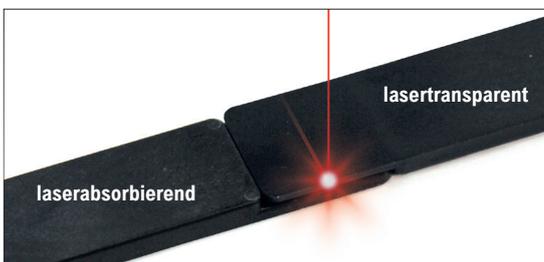
## Lasertransparent und laserabsorbierend

Beim Laserschweißen mit dem klassischen Ansatz werden ein für den Laser transparenten und absorbierendes Bauteil verbunden. Dafür werden Laserwellenlängen im nahen Infrarot-Bereich zwischen 800 und 1'100 nm eingesetzt. Die allermeisten Kunststoffe haben in diesem Bereich keine eigene Absorption, sondern sie sind transparent oder transluzent. Die Absorption wird durch einen dem Kunststoff beigemischten Farbstoff erreicht. Da die Wellenlängen 800-1'100 nm ausserhalb des sichtbaren Spektrums liegt, kann die Farbe fürs Auge und Absorption für Laser unabhängig voneinander eingestellt werden.



Beispiel schwarz-schwarz:

Kunststoff mit schwarzem Farbstoff, der für den Laser transparent ist, auf Kunststoff der für Laser und Auge schwarz absorbierend ist.

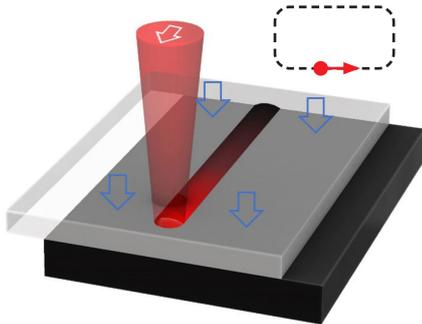


# Prozesstypen Laserschweißen

Beim Laserschweißen von Kunststoffen gibt es unterschiedliche Prozesstypen, die danach unterschieden werden wie der Laserstrahl und die Laserenergie in die Bauteile eingebracht werden. Abhängig von der Geometrie der Bauteile und den Anforderungen an die Verbindung, bietet der eine oder andere Prozesstyp Vorteile. Die Prozesstypen sind auch eng mit dem Typ der Optik verbunden und benötigen unterschiedlich viel Laserleistung.

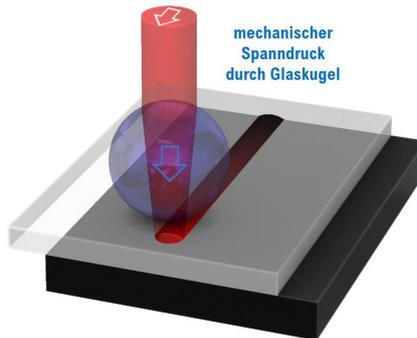
## Konturprozess

Der Laser ist mit einer Spotoptik zu einem Punkt fokussiert und fährt die Schweisskontur einmal ab. Der Kunststoff plastifiziert nur lokal und erstarrt sofort wieder nachdem der Laserstrahl die Schweissstelle überfahren hat.



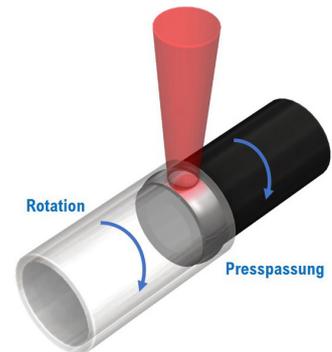
## Variante Kugel oder Rolle:

Die Fokussierung des Lasers zu einem Punkt erfolgt durch eine Glaskugel oder Glasrolle, die gleichzeitig auch die Bauteile zusammendrückt.



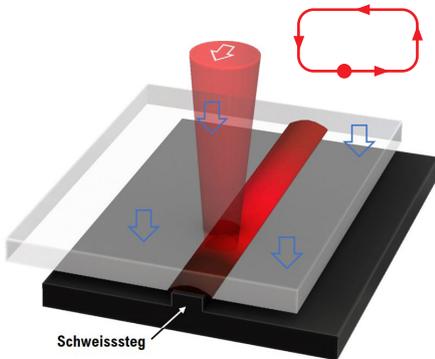
## Variante Rotation:

Für die Schweißung des Umfangs eines zylindrischen Bauteils, wird das Bauteil unter der Spotoptik rotiert. Der Spanndruck fürs Schweißen wird durch eine Presspassung zwischen den Bauteilen erzeugt.



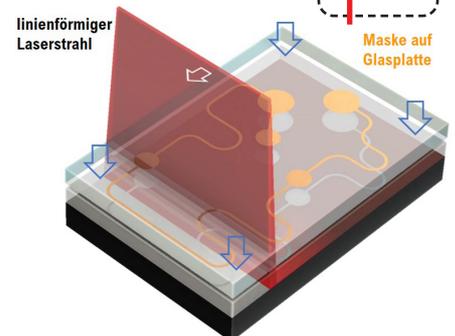
## Quasi-simultaner Prozess

Der zu einem Punkt fokussierte Laser wird mit einer Scanneroptik mehrmals pro Sekunde über die Schweisskontur geführt und plastifiziert die ganze Schweissnaht gleichzeitig, so dass ein Steg abschmelzen kann.



## Maskenprozess

Der linienförmige Laserstrahl überstreicht die Maske aus einer strukturierten reflektierenden Metallschicht auf einer Glasplatte. Bei allen Stellen ohne Metallschicht trifft der Laser auf die Bauteile und verbindet sie.



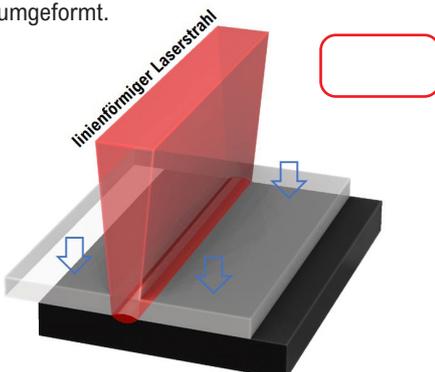
## Schweißprozesstypen

## Simultaner Prozess

Eine spezielle Optik formt den Laserstrahl in die Kontur der Schweissnaht.

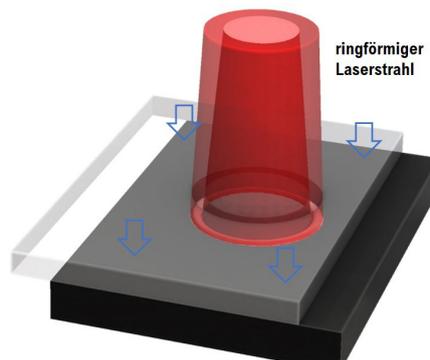
### Variante Linie:

Durch ein spezielles Optikelement wird der Laserstrahl in eine homogene Linienverteilung umgeformt.



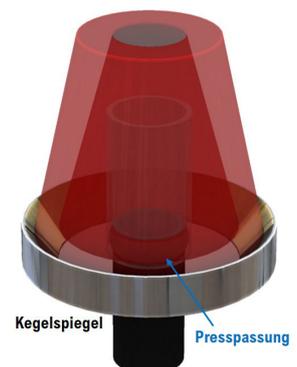
### Variante Ring:

Durch ein spezielles Optikelement wird der Laserstrahl in einen Ring umgeformt.



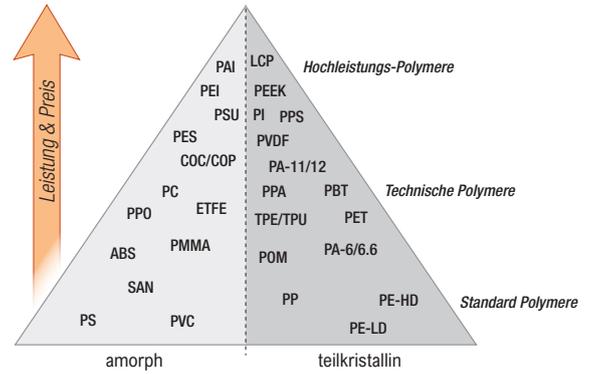
### Variante Radial:

Laserstrahl von Variante Ring wird über Kegelspiegel auf zylindrisches Bauteil umgelenkt von aussen nach innen.



## Kunststoffe

Grundsätzlich lassen sich alle thermoplastischen Kunststoffe schweißen. Idealerweise bestehen die zu schweißenden Bauteile aus demselben Kunststofftyp. Es ist aber auch möglich, Kombinationen ähnlicher Kunststoffe zu schweißen, wenn die Schmelztemperaturen nicht allzu weit auseinander liegen und die Schmelzen sich chemisch mischen können.



unteres Bauteil	oberes Bauteil	PE	PP	EP(D)M	COP	COC	PS	ABS	ASA	SAN	SB	TPU	PVC	PA6	PA6.6	PA11	PA12	PC	PET	PBT	PMMA	POM	PES	PSU	PI	PEI	PAI	PTFE	ETFE	PVDF	PEK	PEEK	LCP				
Polyolefine	PE-LD/HD	■	■	■																																	
Cycloolefine	PP	■	■	■																																	
Polystyrole und Copolymere	EP(D)M	■	■	■																																	
	COP				■	■																															
	COC					■	■																														
	PS						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Polyurethane	(M)ABS						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	ASA						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	SAN						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	SB						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Polyamide	TPU						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	PVC						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	PA6						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	PA6.6						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Polyester	PA11						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	PA12						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	PC						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Polyacrylate	PET						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	PBT						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PBT						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Polyacetale	PMMA						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	POM						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Polysulfone	PES						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	PSU						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Polyimide	PI						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	PEI						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PAI						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Fluorpolymere	PTFE						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ETFE						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PVDF						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Polyetherketone	PEK						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	PEEK						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Flüssigkristallpolymere	LCP						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

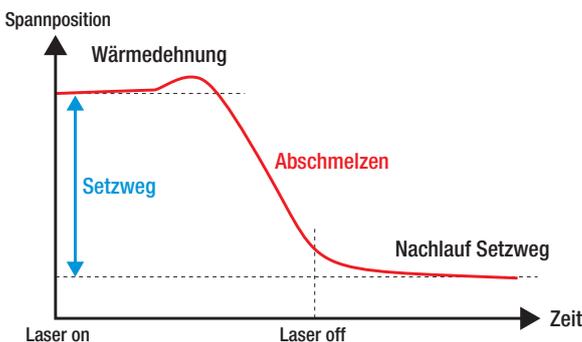
- gut schweisbar
- möglich – Tests notwendig
- nur in Ausnahmefällen möglich

## Prozess- und Qualitätskontrolle

Vor, während und nach dem Schweißen können diverse Daten gemessen und für eine Qualitätsaussage ausgewertet werden. Während des Schweißens werden neben der Laserleistung am häufigsten die Pyrometrie beim Konturprozess und die Messung des Setzweges beim simultanen und quasi-simultanen Prozessstyp eingesetzt.

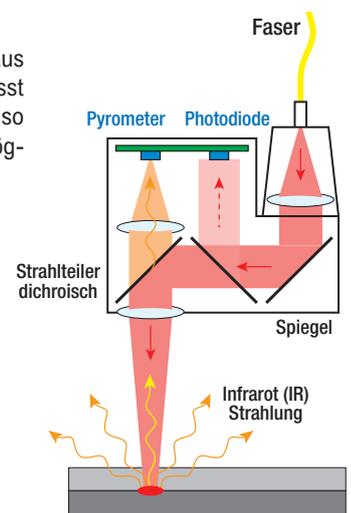
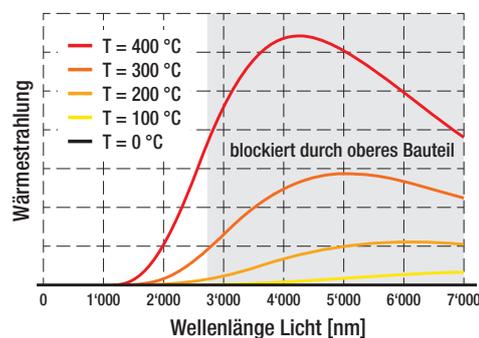
### Setzwegmessung

Je nach verwendetem Kunststoff kann es zuerst zu einer Expansion kommen, bevor der Kunststoff plastifiziert und die Setzbewegung einsetzt. Nach Ausschalten des Lasers stoppt der Setzweg nicht sofort, da Kunststoff zuerst abkühlen muss bevor er erstarrt und der Setzweg endet.



### Pyrometrie

Mit einem Pyrometer wird die Wärmestrahlung aus der Schweißnaht erfasst. Das obere Bauteil lässt nur einen Teil der Wärmestrahlung passieren, so dass lediglich eine relative Temperaturangabe möglich ist.



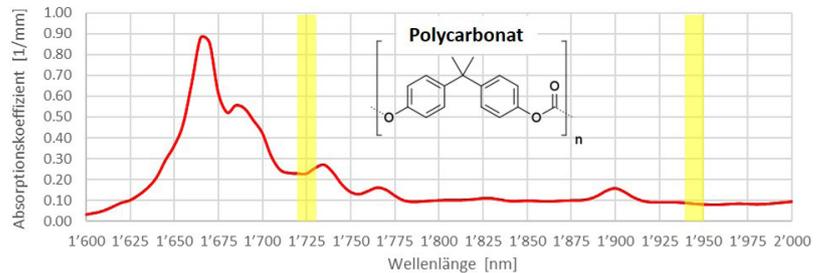
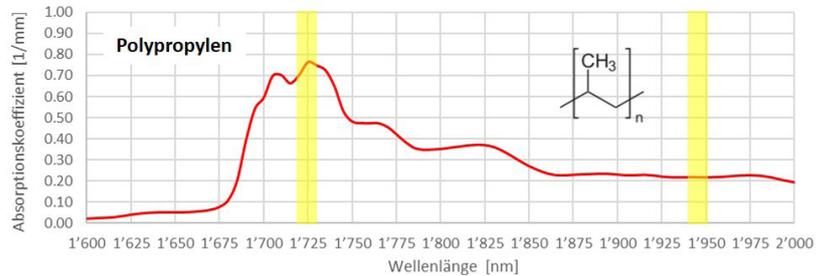
## transparent-transparent: lange Wellenlängen

Falls es nicht möglich oder nicht gewünscht ist, dem Kunststoff einen Farbstoff beizumischen, kann auch die Wellenlänge des Lasers angepasst werden. Vor allem bei medizintechnischen Anwendungen oder im Bereich von Lebensmitteln kann dies wichtig sein, damit die Anwendung mit einem neuen Farbstoff nicht speziell zertifiziert werden muss.

Im Bereich von 1'700-2'000 nm absorbieren die meisten Polymere von sich aus. Die Absorption ist nur schwach, so dass die Laserenergie auch tiefer in die Bauteile eindringen kann.

Die Stärke der Absorption bei unterschiedlichen Wellenlängen ist durch den Typ des Polymers gegeben. Je nach Typ des Polymers und Bauteildicke kann es deshalb vorteilhaft sein entweder eine Wellenlänge von 1'725 nm oder von 1'940 nm zu benutzen.

Bei 1'725 nm ist die Absorption meist stärker als bei 1'940 nm. Eine stärkere Absorption ist besser geeignet ist für dünne Materialien. Bei dickeren Wandstärken und guter Absorption kann es vorteilhaft sein zu einer schwächeren Absorption bei 1'940 nm auszuweichen um tiefer ins Material einstrahlen zu können.



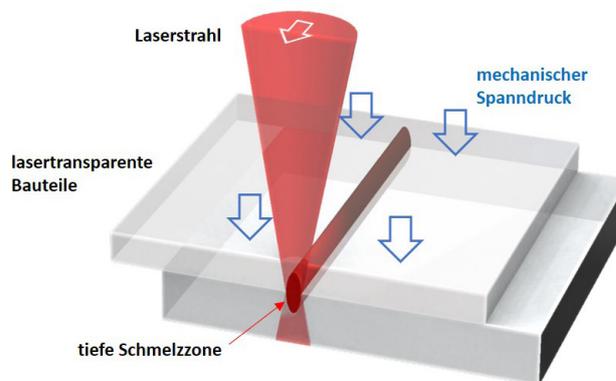
Im Unterschied zum klassischen Laserschweißen findet die Absorption nicht nur bei der Schweißnaht statt, sondern beginnt schon an der Oberfläche des oberen Bauteils und wirkt über die ganze Bauteildicke. Bei dickeren Bauteilen (1-2 mm) wird der Laserstrahl deshalb stark auf die Schweißnaht fokussiert. So wird zwar immer noch an der Oberfläche am meisten Laserenergie absorbiert, aber über eine viel grössere Fläche als bei der Schweißnaht. Das Aufschmelzen des Kunststoffs erfolgt so primär im Bereich der Schweißnaht, aber mit viel grösserer Tiefe und grösserem Volumen als beim klassischen Laserschweißen. Entsprechend wird auch mehr Laserenergie benötigt und der Prozess ist klar langsamer.

### Vorteile

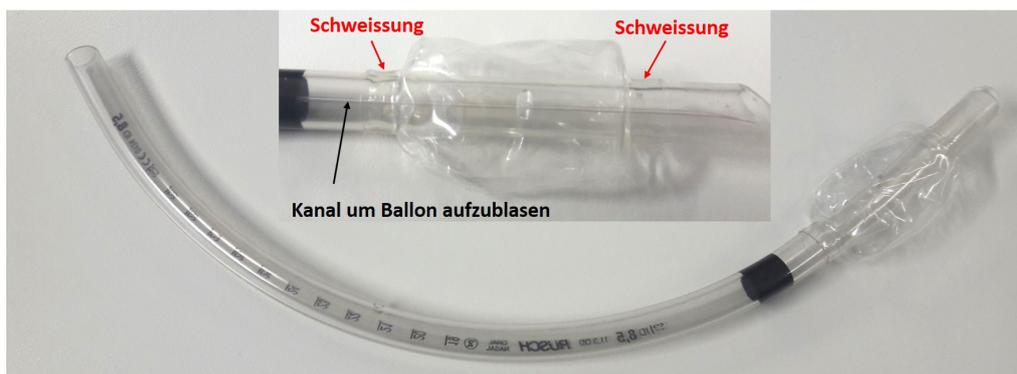
- kein Farbstoff notwendig
- einfachere Zertifizierung bei Medizintechnik, Lebensmitteln, ...

### Nachteile

- Prozess langsamer
- mehr Energie notwendig
- grösseres Schmelzvolumen
- anspruchsvollere Prozessführung
- teurere Lasermodule



Da zudem die Lasermodule bei diesen Wellenlängen von 1'700-2'000 nm auch wesentlich teurer sind als bei den standardmässigen Wellenlängen 800-1'000 nm, wird der Prozessvariante mit langen Wellenlängen nur angewandt, wenn keine Beimischung eines Farbstoffs möglich ist.



Beispiel für transparent-transparent Schweißen eines Ballon auf Schlauch aus weichem PVC für künstliche Beatmung

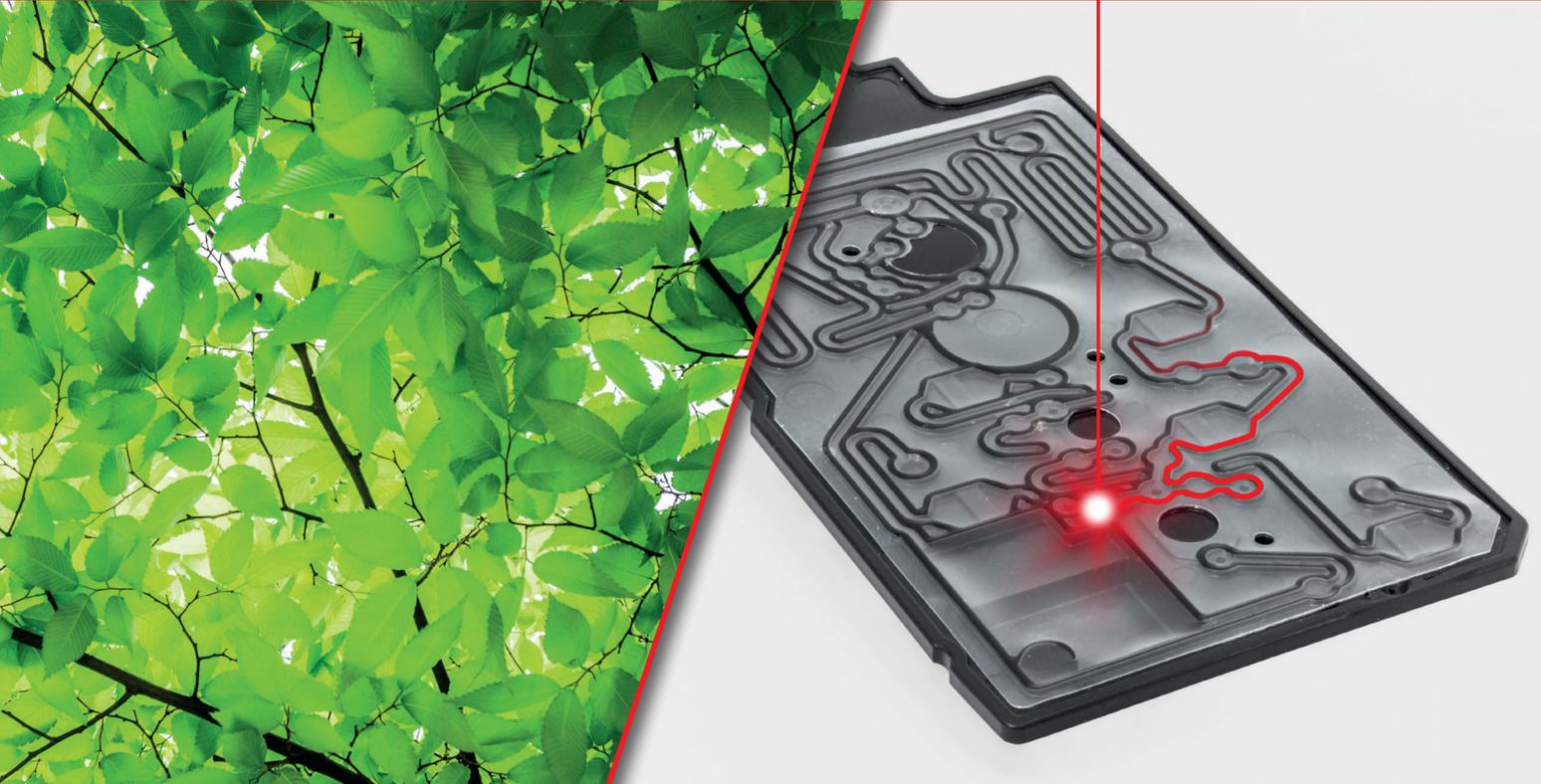
**ProByLas AG**

Technopark Luzern  
Platz 4  
CH-6039 Root D4  
Schweiz  
+41 (0)41 541 91 70  
info@probylas.com  
www.probylas.com

**ProByLas USA, Inc.**

450 Airport Road  
Suite 105  
Elgin, IL 60123  
USA  
+1 224 856 9000  
info.usa@probylas.com  
www.probylas.com

## Modulare Lösungen fürs Laserkunststoffschweißen



Gerne unterstützen wir Sie vor, während und nach dem Kauf einer Maschine mit unseren Dienstleistungen:

- Beratung beim Design der Bauteile
- Testschweißen in unserem Labor
- Musterbauteile bis Kleinserien
- Inbetriebnahme & Training
- Wartung & Störungsbehebung
- Upgrade von Maschinen