

LASERSCHWEISSEN VON KUNSTSTOFFEN

Für mechanisch hoch belastbare Verbindungen

Das Laserschweißen ist ein innovatives Fügeverfahren für Kunststoffe und bietet Vorteile, die mit keinem anderem Verfahren erreicht werden können. So wird beim Kunststoff — Laserschweißen eine sehr saubere Schweißnaht erzeugt, die keinerlei Rückstände und freiliegende Partikel um die Naht herum hinterlässt. Dieser Umstand macht das Verfahren insbesondere für die Herstellung medizinischer Geräte

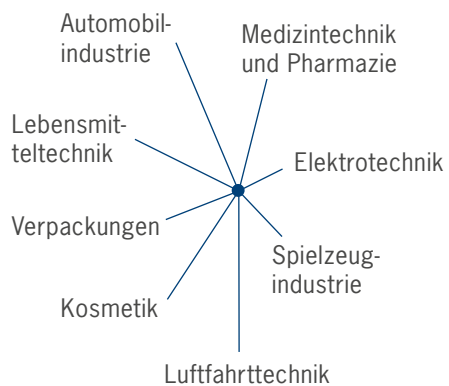
interessant, wo höchste Ansprüche an Material und Funktion gestellt werden. Im Gegensatz zum Ultraschallschweißen lassen sich mit dem Verfahren des Laserschweißens ebenso Komponenten zusammenfügen, die mit elektronischen Bauteilen bestückt sind, ohne die Bauteile in ihren Eigenschaften zu beeinträchtigen oder zu zerstören.

VIELSEITIG ANWENDBARES FÜGEVERFAHREN

Anforderungen an das Laserschweißen

Wie bei jedem Verfahren gibt es auch beim Laserschweißen von Kunststoffen erfolgsbestimmende Faktoren. Wesentlich sind in erster Linie folgende Kriterien:

- Die Wahl passender Kunststoffe sowie Additive und Farbmittel.
- Einsatz der richtigen Laserstrahlquelle mit passender Optik.
- Lasergerechte Konstruktion der Fügezone mit geringem Spaltmaß.
- Optimiertes Spannwerkzeug, das den ungehinderten Zugang des Laserstrahls auf die Fügenaht erlaubt und die Bauteile beim Verschweißen mit hinreichendem Druck gegeneinander presst.



Produktmuster eines Blutzucker-messgerätes, dessen Gehäuse aus lasergeschweißten Kunststoffkomponenten besteht.

DIE VORTEILE LIEGEN AUF DER HAND

Jedes neue Verfahren muss gute Argumente mitbringen, um etablierte Methoden abzulösen. Einige Vorteile des Lasers als ein Fügewerkzeug für Kunststoffe sind:

- Lasergeschweißte Verbindungen sind mechanisch hoch belastbar, druckdicht und erreichen oft Grundmaterialfestigkeiten.
 - Durch den Einsatz von Lasern ist das Verfahren extrem flexibel und kann nahezu jeder Schweißnahtgeometrie angepasst werden.
 - Die Wahl der Laserwellenlänge erlaubt selektive Reaktionen im Werkstück. In Kombination mit speziellen Additiven wird die Lichtenergie des Lasers in Wärmeenergie umgewandelt.
 - Aufgrund des kontaktfreien Verfahrens ist die Einbringung thermischer und mechanischer Energie in das Bauteil minimal. Verschweiß
- wird nur das, was verschweißt werden soll, empfindliche Bauteile – auch in nächster Nähe der Schweißnaht – bleiben unbeeinflusst.
- Das Resultat sind Oberflächen perfekter Qualität, es gibt keine Mikropartikel, Klebereste oder Rauheiten.
 - Es entsteht geringer Ausschuss, und eine Reproduzierbarkeit in gleichbleibender Qualität wird ermöglicht.

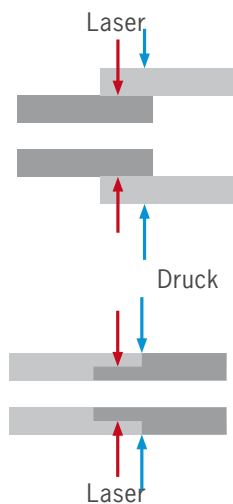
DAS PRINZIP DES LASERSCHWEISSENS

Die geringe Wärmeleitfähigkeit und Fließfähigkeit von Kunststoffen legt eine typische Schweißnahtgeometrie nahe, bei der die Ausdehnung des Schweißbades mit der Schweißnaht übereinstimmt: das Überlappungsschweißen. Hierbei durchdringt der Laserstrahl den oben liegenden Fügepartner

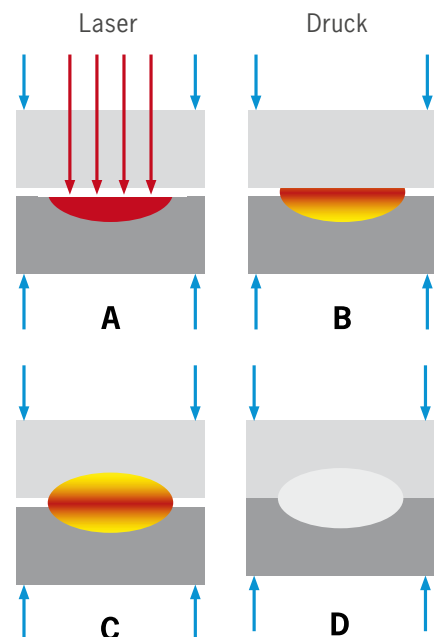
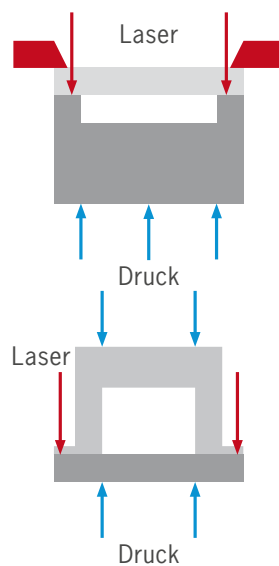
und wird vom darunter liegenden Fügepartner absorbiert. Dessen Erwärmung führt zur Plastifizierung; diese überbrückt den Werkstückspalt und erhitzt über Wärmeleitung den oben liegenden Fügepartner. Ein möglichst kleiner thermisch isolierender Werkstückspalt ist hier der erfolgsbestimmende Faktor.

Verschiedene Verfahrensvarianten des Laserschweißens bei verschiedenen Kunststoffdesigns

Rohrdesign



Deckeldesign



Das Laserlicht durchdringt das obere Bauteil, wird vom unteren Fügepartner absorbiert (A) und dessen Erwärmung (B) an den oberen Partner weitergegeben (C). Die gemeinsame Schmelzesehe verfestigt sich unter dem von außen angelegten Druck zu einer hochwertigen Schweißverbindung (D).

WELCHE LASERQUELLE?

Aufgrund ihrer Wellenlänge bieten sich für das Kunststoffschweißen Diodenlaser, Nd:YAG-Laser und Faserlaser an. Über 90% der Anwendungen können kostengünstig mit dem Diodenlaser realisiert werden, er eignet sich besonders für Einsätze, bei denen breitere Schweißnähte, Rundnähte und einfache Punktschweißungen realisiert werden, und bietet hohe Bauteilfestigkeiten.

Weitere Vorteile liegen in den im Vergleich geringen Anschaffungs- und Wartungskosten, der Langlebigkeit und der Leistungsstärke. Im Vergleich zum Diodenlaser sind Nd:YAG-Laser und Faserlaser aufgrund mangelnder Leistungsstärke eher weniger für Serienanwendungen geeignet und zudem wesentlich teurer in der Anschaffung und Wartung.

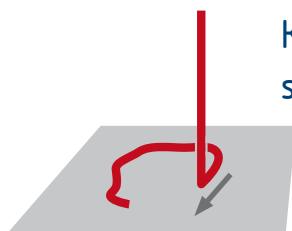
Lesen Sie mehr zum Thema
auf unserer Webseite
www.treffert.eu



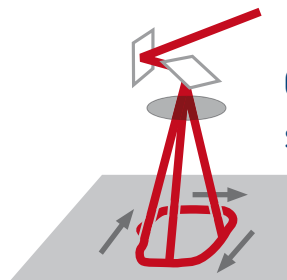
KONTUR- ODER QUASISIMULTANSCHWEISSEN?

Diese beiden Verfahren haben derzeit die größte Marktdurchdringung. Beim Konturschweißen fährt der Laserstrahl – ähnlich wie beim Metallschweißen – die Schweißnaht ab. Nahezu beliebig große Werkstücke lassen sich so verschweißen. Das Spaltmaß ist häufig die bestimmende Größe für die Grenzen des Verfahrens. Beim Quasisimultanschweißen durchläuft der Laserstrahl sehr schnell mehrfach die gesamte Schweißkontur. Voraussetzung dafür ist die Strahlablenkung durch Galvo-Scannerköpfe und eine entsprechende

Strahlqualität. Durch die Wärmepufferung schmilzt die gesamte Schweißspur quasi simultan auf und die Fügepartner lassen sich leicht gegeneinander bewegen. Mit Hilfe des auf die Fügepartner einwirkenden Druckes und des konstruktiv vorgesehenen Setzweges können so größere Spaltmaße überbrückt werden. Quasisimultanschweißen erfordert höhere Laserleistungen und ermöglicht eine gleichmäßige, verzugsfreie Energieeinbringung in die Fügezone.



Kontur-
schweißen



Quasisimultan-
schweißen

WAS KANN VERSCHWEISST WERDEN?

Kurz gefasst: alle Thermoplaste und nahezu alle thermoplastischen Elastomere, ungefüllt und gefüllt. So werden beispielsweise Polymere mit Glasfaseranteilen von bis zu 30 % bereits in aktuellen Anwendungen lasergeschweißt. Einige Beispiele sind: PP, PS, ABS, PA 6, PA 6.6, PC, PMMA, PSU, PEEK, PBT...

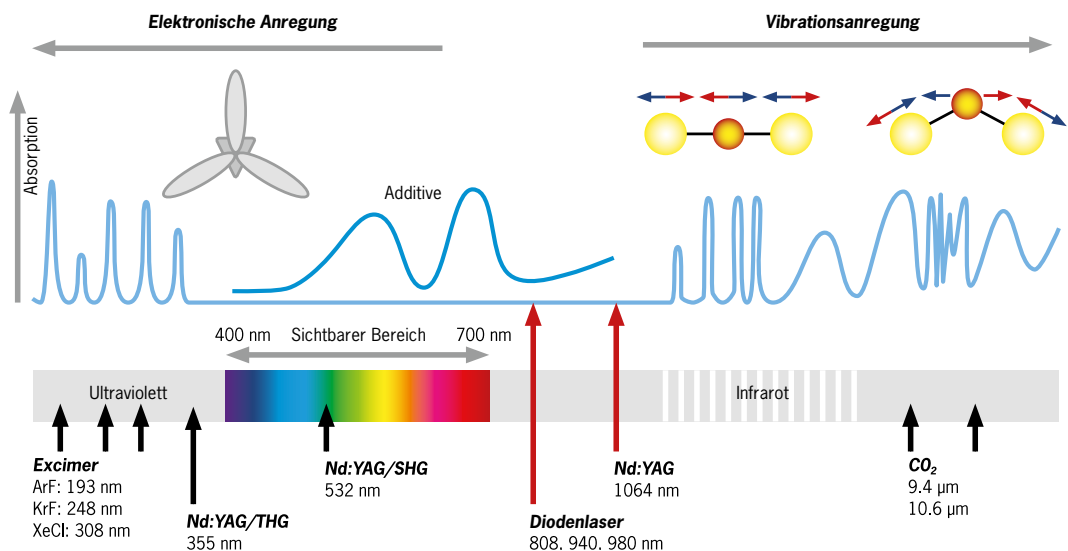
Auch unterschiedliche Kunststoffe lassen sich verbinden – vorausgesetzt, sie sind chemisch und physikalisch kompatibel und die Schmelztemperaturen überlappen sich hinreichend.

Für Naturmaterialien gilt eine Faustregel: Was mit Ultraschall verschweißt werden kann, kann auch mit dem Laser verschweißt werden. Anwendungen für das Laserkunststoffschweißen sind heute schon weit verbreitet. Die Haupteinsatzgebiete finden sich in den Bereichen Automotive, Elektronik, Medizintechnik, Human Care und bei Haushaltsgeräten.

TRANSPARENZ UND ABSORPTION

Alle eingesetzten Kunststoffe sind im unadditiveren Fall für den Infrarot-Wellenlängenbereich der verwendeten Laserquellen (mit Ausnahme der CO₂-Laser) mehr oder weniger transparent. Um eine Absorption der Laserenergie zu erreichen, werden in der Regel spezielle Additive und auch Farbstoffe aus dem Bereich der Coloristik eingesetzt. Noch einfacher, und deshalb weithin etabliert, ist die Verwendung von Rußpartikeln als Absorber, üblicherweise in einer Konzentration von 0,05 bis 0,5 %. Damit sind bei der Farbgebung

allerdings nur Schwarz oder dunkle Farbtöne möglich. Es existieren bereits Standardlösungen für Schwarz-Schwarz und Natur-Schwarz. Für hellere und kräftige Farbkombinationen stehen flexibel einsetzbare Laseradditive zur Verfügung, die im schweißrelevanten Wellenlängenbereich absorbieren und die Eigenfarbe des Polymers nur geringfügig verändern. Der Farbeinfluss der meisten Additive kann durch eine coloristische Farbanpassung korrigiert werden.

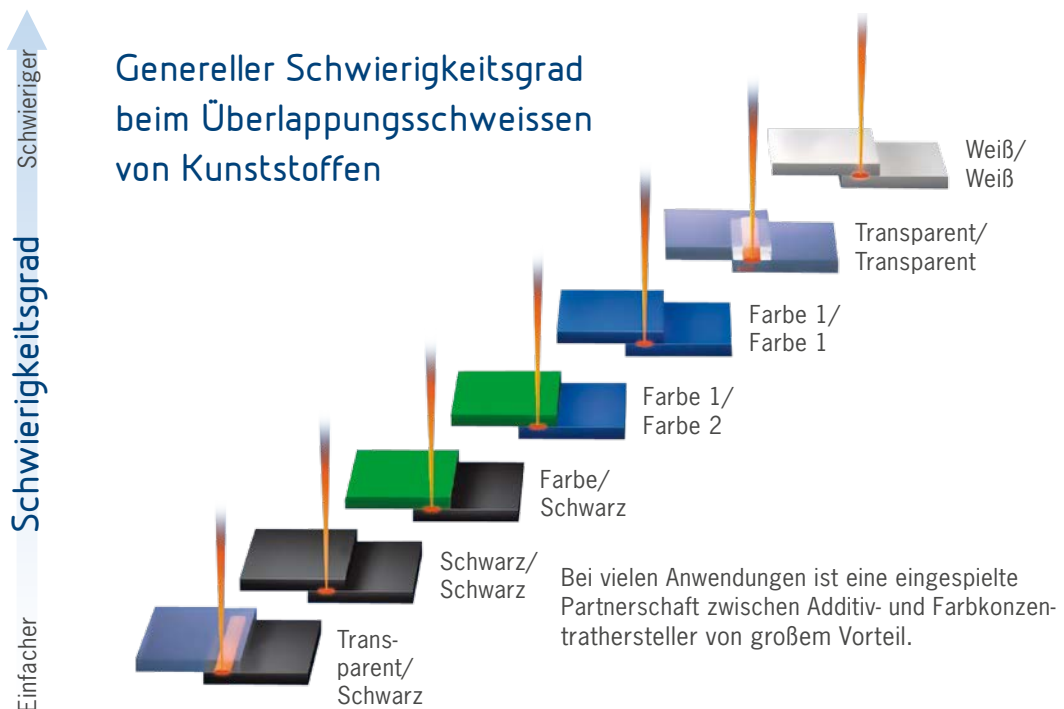


Die meisten Kunststoffe (hellblaue Kurve) sind im sichtbaren und im NIR-Bereich (nahes Infrarot) in der Regel transparent oder milchig streuend. Durch Zusatzpigmente (dunkelblaue Kurve) wird das Absorptionsverhalten im Bereich der eingesetzten Laserwellenlänge geeignet gesteuert.

ES GEHT BUNT UND AUCH TRANSPARENT

In der Reihenfolge schwarz, farbig, transparent und weiß steigen die Verfahrensanforderungen beim Laserschweißen von Kunststoffen. Applikationen mit schwarzem Fügepartner als Absorber sind in der Regel leicht zu realisieren oder bereits als Standardlösung verfügbar. Für das Verschweißen farbiger Kunststoffe werden die nötigen Farbmittelkombinationen in lasertransparenter und laserabsorbierender Form nach Kundenwunsch entwickelt – eine typische Aufgabe für den erfahrenen Farbkonzentrathersteller. Das Verschweißen heller oder transparenter Kunststoffe – besonders gefragt in der Medizintechnik – gelingt entweder mit CO₂-Lasern bei hinreichend dünnen Folien und

passenden Polymeren oder, wesentlich flexibler, durch den Einsatz von laserabsorbierenden Hochleistungsadditiven. Diese müssen neben hohen Absorptionseffizienzen bei der gewählten Laserwellenlänge und einer geringen Restfarbigkeit im Sichtbaren noch über eine ganze Reihe weiterer Eigenschaften verfügen – hier bringen wir unser Know-how als weltweit agierender und innovativer Masterbatch-Hersteller ein. Weiß auf Weiß schließlich erfordert wegen der Streueigenschaften und der geringen Transparenz des zumeist eingesetzten Titandioxids individuelle Lösungen.



KONDITIONIERUNG LASERSCHWEISSBARER KUNSTSTOFFE BEI TREFFERT

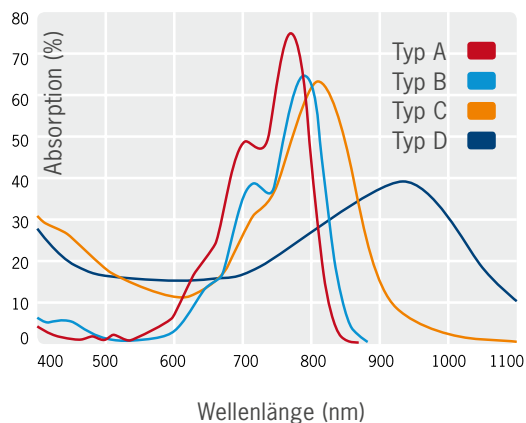
Eine Vielfalt von Additiven für alle Wellenlängen

Neben einer Reihe von Additiven, die für den Einsatz eines Diodenlasers mit einer Emissionswellenlänge von 808 nm maßgeschneidert sind, besitzt Treffert Absorber im Portfolio, die in den weit verbreiteten Laserwellenlängenbereichen um 940, 980 und 1064 nm einsetzbar sind.

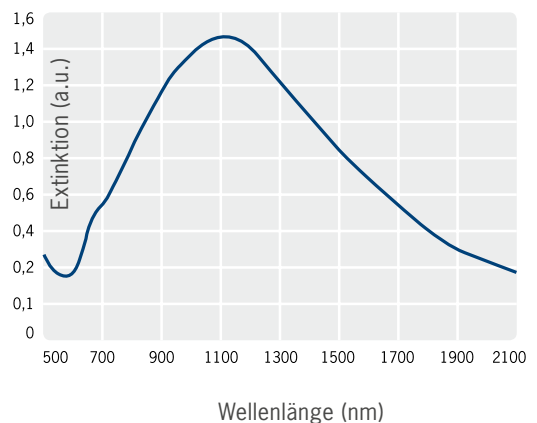
Es handelt sich dabei um Absorber, die eine organische oder auch anorganische Struktur besitzen. Viele dieser Additive bieten hohe Licht- und Thermostabilitäten, verbunden mit einer einfachen Verarbeitbarkeit und guter Chemikalienbeständigkeit.

NIR-Absorber im Treffert-Portfolio für die Anwendung in verschiedenen Wellenlängenbereichen:

NIR-Absorber in Polycarbonat (800 bis 1100 nm)



NIR-Absorber in Polycarbonat (900 bis 1500 nm)



LEICHT ZU KOMPENSIERENDE EIGENFARBE MIT HOHEN NIR-ABSORPTIONSEFFIZIENZEN

Organische NIR-Absorber, die eine geringe, leicht zu kompensierende Eigenfarbe in Kombination mit einer sehr hohen NIR-Absorptionseffizienz besitzen, ermöglichen die Einstellung von visuell transparenten, aber im NIR absorbierenden Kunststoffen. Für visuell opake Einstellungen werden überwiegend anorganische NIR-Absorber eingesetzt,

die optimal auf die Endanwendung eingestellt werden. Die meisten Absorber sind nichtionisch, halogen- sowie schwermetallfrei und toxikologisch unbedenklich – beste Voraussetzungen für den Einsatz in der Medizintechnik und anderen sensiblen Anwendungen.

ERFOLGSFAKTOR FARBREZEPTUR

Für eine ideale Farbgebung müssen sowohl die gewünschte Farbgebung als auch die perfekten Laserschweißigenschaften berücksichtigt werden. Dafür kann auf die Erfahrung aus der Entwicklung mehrerer hunderttausend Rezepturen sowie auf leistungsfähige Labore und moderne Extrusionslinien zugegriffen werden. Ausgehend von Farbvorlagen des Kunden werden Farbkonzentrate

entwickelt, die sich z. B. als leicht zu verarbeitendes, optimal dispergiertes und 100 % farbtreues Masterbatch in der Kunststoffproduktion zudosieren lassen. Auf Wunsch kann dabei auch Kundenmaterial konditioniert werden, d. h., es bildet das Trägermaterial für das Masterbatch. Die Eigenschaften und Zulassungen des Materials bleiben dabei weitgehend erhalten.

Kompatibilität diverser NIR-Absorber in ausgewählten Polymeren:

	PC	PMMA	PET	PA 6	PA 12	PS	ABS	SAN	ASA	MABS	PVC	TPU	PP	TPE	PE
Typ A	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Typ B	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Typ C	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Typ D	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Typ E	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Tauglich ■ Tauglichkeit muss getestet werden ■ Nicht tauglich

UNTERSTÜTZUNG BEI DER ENTWICKLUNG LASERSCHWEISSBARER KUNSTSTOFFE

Als Spezialist für die Konditionierung technischer Kunststoffe interessieren wir uns für innovative Verarbeitungstechniken unserer Produkte, um unseren Kunden stets die beste Lösung für den Anwendungsfall anbieten zu können. In unserem hauseigenen Innovationscenter an unserem französischen Standort in Ste-Marie-aux-Chênes testen wir unsere Produkte auf ihre Tauglichkeit beim Laserschweißen. So ist es möglich, kundenspezifische Produkte im Rahmen von Machbarkeitsstudien direkt auf ihre Tauglichkeit für diese Verfahren hin zu untersuchen und zu modifizieren. Neben einer Ausstattung mit Dioden-, Nd:YAG-

und Faserlasern stehen ein coloristisches und ein chemisch-physikalisches Labor bereit, so dass Sie innerhalb von wenigen Tagen für Ihren Anwendungsfall passende Farbrezepturen, die bereits auf ihre Laserschweißbarkeit getestet wurden, erhalten. Im Rahmen von Präsentationen und Workshops können wir die Verfahren des Laserschweißens sowie des Lasermarkierens an momentan sechs unabhängigen Laserquellen auch direkt mit unseren Kunden durchführen. So kann die Entwicklungszeit für lasermarkierbare Kunststoffe je nach Anwendungsfall deutlich reduziert werden.

Lesen Sie mehr zum Thema
auf unserer Webseite
www.treffert.eu



PERSÖNLICHE BERATUNG DIREKT VOR ORT

Für individuelle Leistungsansprüche

Getreu unserem Firmenmotto „Farbe folgt Funktion“ erhalten Sie von uns keine Standardlösung, sondern ein hochwertiges Qualitätsprodukt. Besonders wichtig und für uns selbstverständlich ist dabei die umfassende Beratung durch unsere Anwendungstechniker direkt bei Ihnen vor Ort. Wir beraten Sie in allen Fragen zum Einsatz unserer Produkte und stellen Ihnen selbstverständlich

kurzfristig Mustermaterialien zur Verfügung. Dadurch stellen wir sicher, dass Sie unser Produkt optimal nutzen und verarbeiten können. Kontaktieren Sie einen Anwendungstechniker in Ihrer Nähe. Die Standorte unserer Anwendungstechniker finden Sie online unter www.treffert.eu. Wir sind gespannt auf Ihre Aufgabe.

FARBE FOLGT FUNKTION

Die Unternehmensgruppe Treffert

An unseren zwei Standorten in Deutschland und Frankreich beraten und begleiten wir unsere Kunden von der Idee, über die Produktentwicklung bis hin zur technischen Fertigung. Wir entwickeln und liefern Chargen für den kleinen bis mittleren Lieferbedarf als auch für außergewöhnliche Einsätze, von kleinsten Mustermengen bis hin zu Kapazitäten von mehreren Tonnen. Der Motor unserer Leistung ist unsere Leidenschaft für Material und Funktion – für unser tägliches Schaffen und für Lösungen, die wir mit höchster Präzision entwickeln.

Das Ergebnis sind hochwertige Produkte mit einem Optimum an Verarbeitungssicherheit, die alle Kriterien des geprüften Qualitätsmanagements erfüllen. Jeder Entwicklungs- und Fertigungsschritt untersteht dazu einer dauerhaften internen Qualitätskontrolle. So sorgen wir für eine ständige Verbesserung der Arbeitsabläufe und der Produktionsqualität.

Dokumentierte Fertigungsprozesse und Rezepturen sowie eine sichere Aufbewahrung von Rückstellmustern garantieren, dass wir unseren Kunden auch nach Jahren noch mehr als 50.000 Farbrezepturen fertigungsgenau und just in time bereitstellen können.

Zertifiziertes Qualitäts-, Umwelt- und Energieeffizienzmanagement

Management System
ISO 9001:2008
ISO 14001:2004
ISO 50001:2011

www.tuv.com ID 9105032830



DEUTSCHLAND

Treffert GmbH & Co. KG
In der Weide 17
D-55411 Bingen

Telefon: + 49 (0) 67 21 403-0
Telefax: + 49 (0) 67 21 403-27
E-Mail: info@treffert.eu

FRANKREICH

Treffert S.A.S.
Z.I. Rue de la Jontière
F-57255 Ste-Marie-aux-Chênes

Telefon: + 33 (0) 3 87 31 84 84
Telefax: + 33 (0) 3 87 31 84 85
E-Mail: info@treffert.fr



Polymer Technologie · Farben-Systeme · Additive · Compounds · www.treffert.eu

