

## LASERSCHWEISSEN VON KUNSTSTOFFEN



The Chemical Company

BASF Aktiengesellschaft  
Veredlungschemikalien für  
Lacke, Kunststoff und Spezialitäten  
D-67056 Ludwigshafen  
Telefon: +49 (0) 621-60-79982  
Telefax: +49 (0) 621-60-72322

[www.basf.com/pigment](http://www.basf.com/pigment)



Farbe folgt Funktion

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: [infomail@treffert.org](mailto:infomail@treffert.org)

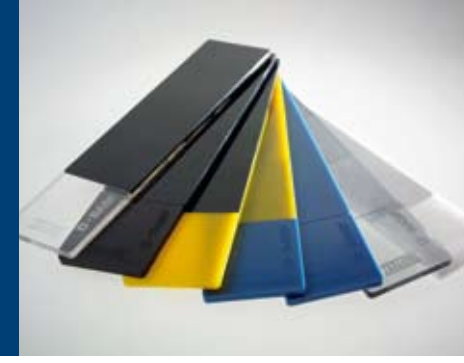
DEUTSCHLAND  
Treffert GmbH & Co.KG  
In der Weide 17 · D-55411 Bingen  
Telefon: + 49 (0) 67 21 403-0  
Telefax: + 49 (0) 67 21 403-27  
E-Mail: [info@treffert.org](mailto:info@treffert.org)

[www.treffert.org](http://www.treffert.org)

www.kraas-lachmann.com



BASF · TREFFERT



## Warum Laserschweißen?

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

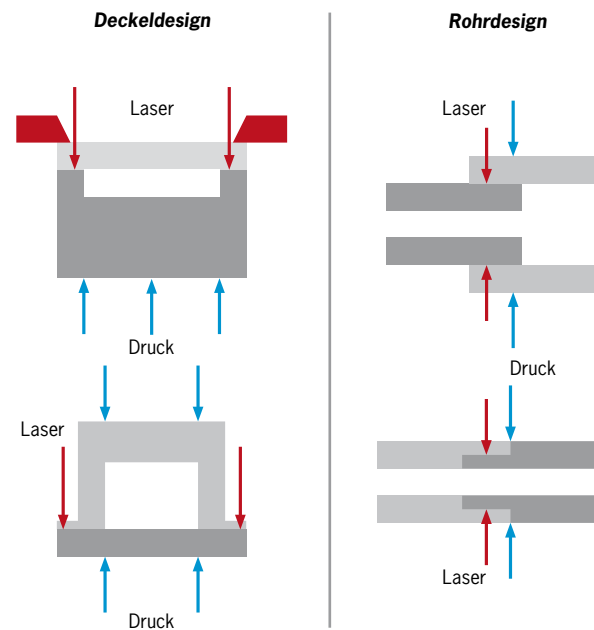
- Lasergeschweißte Verbindungen sind mechanisch hoch belastbar, druckdicht und erreichen oft Grundmaterialfestigkeiten.
- Durch den Einsatz von Lasern ist das Verfahren extrem flexibel und es kann an nahezu jede Schweißnahtgeometrie angepasst werden.
- Die Wahl der Laserwellenlänge erlaubt selektive 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, verschweißt 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
- Geringer Ausschuss und eine Reproduzierbarkeit in gleichbleibender Qualität.

## Vier Erfolgsfaktoren

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.



## 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: PE, PP, PS, ABS, SAN, PA6, PA6.6, PC, PMMA, PSU, PEEK, PET, 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 Laserkunststoffschiessen sind heute schon weit verbreitet. Die Haupteinsatzgebiete finden sich in den Bereichen Automotive, Elektronik, Medizintechnik, Human Care und bei Haushaltsgeräten.

## Kompatibilitätsmatrix ausgewählter Kunststoffe.

	PP	POM	PBT	PBT/ASA	PA6	PA6.6	PES	PSU	ABS	ASA	SAN	MABS
PP	■											
POM		■										
PBT			■	■			■	■	■	■		
PBT/ASA			■	■			■	■	■	■		
PA6					■	■						
PA6.6					■	■						
PES							■	■	■	■		
PSU							■	■	■	■		
ABS			■	■					■	■	■	■
ASA			■	■					■	■	■	■
SAN									■	■	■	■
MABS									■	■	■	■
MABS									■	■	■	■
ABS/PA			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PS												

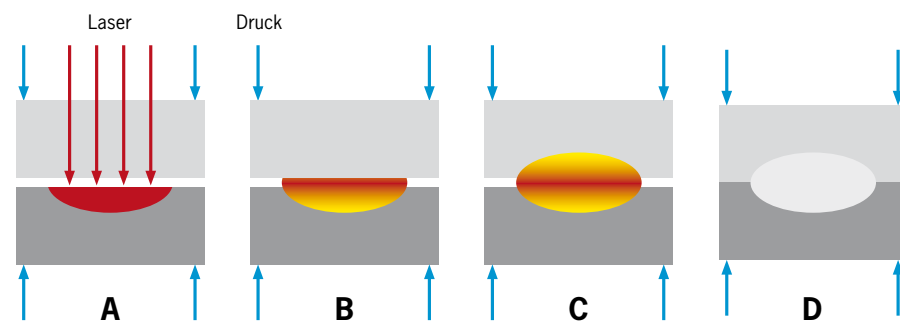
■ Schweißbar; sehr gute Verbindung  
 ■ Schweißbar; leichte Haftung  
 □ Nicht-schweißbar; keine Verbindung



## Das prinzipielle Verfahren

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.

**Das Laserlicht durchdringt das obere Bauteil, wird vom unteren Fügepartner absorbiert (A) und dessen Erwärmung (B) an den oberen Partner weitergegeben (C). Die gemeinsame Schmelzeseele 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. Abgesehen vom Wellenlängenunterschied und damit dem Absorptionsverhalten am additivierten Bauteil gilt:

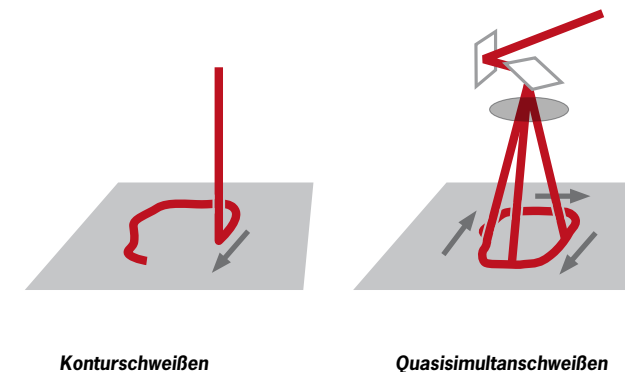
Nd:YAG-Laser eignen sich insbesondere für Schweißnahtbreiten unter 1 mm und für ebene Schweißnahtgeometrien.

Die neuen Faserlaser weisen eine hohe Zuverlässigkeit und eine lange Lebensdauer zusammen mit einer hohen Energieeffizienz im Vergleich zum Nd:YAG-Laser auf. Weitere Vorteile sind ihre kompakte Bauweise und äußerst geringe Wartungskosten.

Diodenlaser sind dagegen für breitere Schweißnähte, Rundnähte und einfache Punktschweißungen zu bevorzugen.

## Kontur – oder Quasisimultanschweißen?

Diese beiden Verfahren haben derzeit die größte Marktdurchdringung. Beim Konturschweißen fährt der Laserstrahl – ähnlich 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.





## Transparenz und Absorption

Alle eingesetzten Kunststoffe sind im unadditiven Fall für den Infrarot-Wellenlängenbereich der verwendeten Laserquellen (mit Ausnahme der CO<sub>2</sub>-Laser) mehr oder weniger transparent.

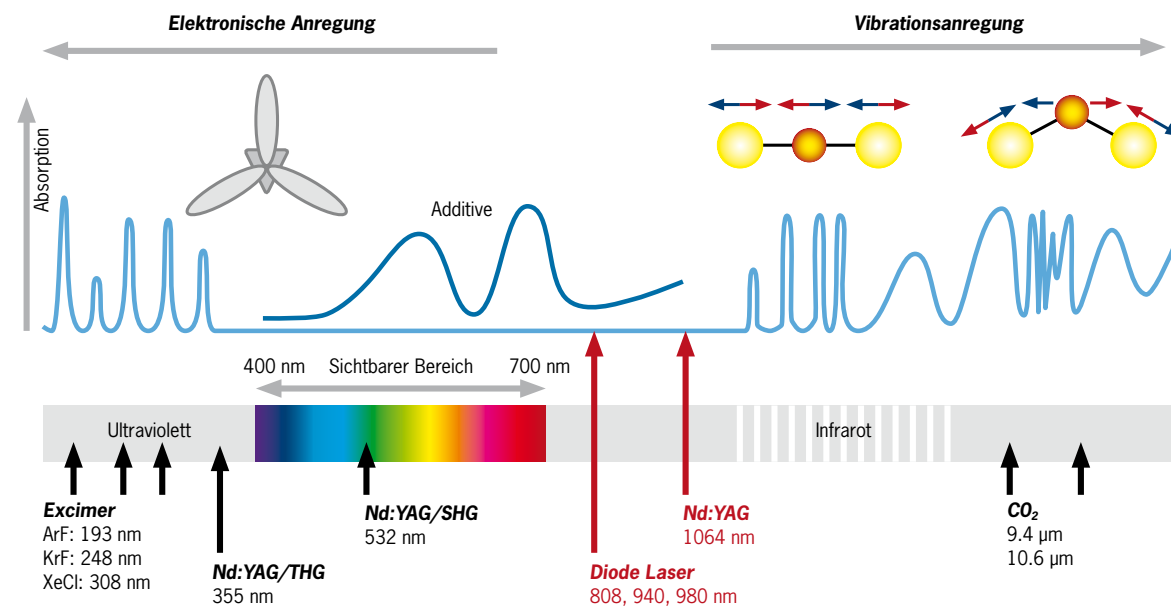
Um eine Absorption der Laserenergie zu erreichen, werden in der Regel spezielle Additive und auch Farbstoffe aus dem Bereich der Coloristik eingesetzt.

Noch einfacher, und deshalb weithin etabliert, ist die Verwendung von Rußpartikeln als Absorber, üblicherweise in einer Konzentration von 0,05 - 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

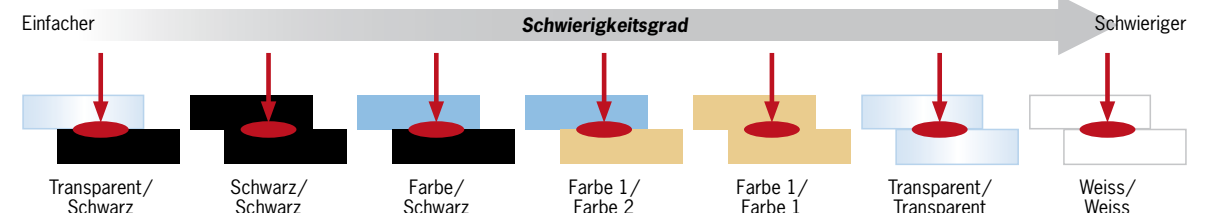
In der Reihenfolge schwarz, farbig, transparent und weiß steigen die Verfahrensanforderungen beim Laserschweißen von Kunststoffen. Applikationen mit schwarzem Fügepartner als Absorber sind in der Regel leicht zu realisieren oder bereits als Standardlösung verfügbar. Für das Verschweißen farbiger Kunststoffe werden die nötigen Farbstoffkombinationen 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 CO<sub>2</sub>-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 ist das ganze Know-how eines weltweit agierenden, innovativen Additivherstellers gefragt.

Weiß auf Weiß schließlich erfordert wegen der Streueigenschaften und der geringen Transparenz des zumeist eingesetzten Titandioxids individuelle Lösungen.

**Genereller Schwierigkeitsgrad beim Überlappungsschweißen von Kunststoffen. Bei vielen Anwendungen ist eine eingespielte Partnerschaft zwischen Additiv- und FarbkonzentratHersteller von großem Vorteil.**





## Neuartige Additivfamilie für alle Laserwellenlängen

Die neue Lumogen® IR-Produktlinie der BASF ist das Ergebnis einer mehrjährigen interdisziplinären Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf der Basis bewährter BASF-Farbmittel- und Pigmenttechnologie. Während die beiden ersten, am Markt bereits wohl-etablierten Vertreter dieser neuartigen Additivgeneration, Lumogen® IR 765 und Lumogen® IR 788, für den Einsatz eines Diodenlasers mit einer Emissionswellenlänge von 808 nm maßgeschneidert wurden, erschließt der aktuelle Neuzugang dieser Produktfamilie, Lumogen® IR 1050, die weitverbreiteten Laserwellenlängenbereiche um 940/980 und 1064 nm.

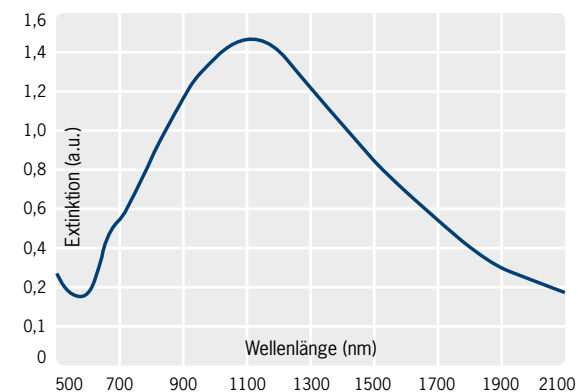
Lumogen® IR 765 und Lumogen® IR 788 bieten Photo- und Thermostabilitäten auf einem Niveau, das bisher ausschließlich anorganischen Materialien vorbehalten war, verbunden mit der einfachen Verarbeitbarkeit eines klassischen organischen Kunststoffadditivs. Ihre strukturelle Verwandtschaft zum Graphit manifestiert sich in der ausgeprägten Chemikalienbeständigkeit sowie der geringen Reaktivität dieser Substanzklasse.

## Leicht zu kompensierende Eigenfarbe mit hohen NIR-Absorptionseffizienzen

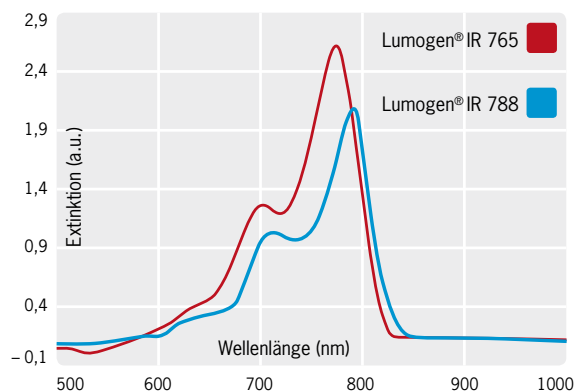
Das Hybrid-Nanopigment Lumogen® IR 1050 mit seinen maßgeschneiderten Oberflächeneigenschaften dagegen liefert perfekte Migrationsstabilität und Matrixverträglichkeit in allen thermoplastischen Polymeren. Seine Lieferform als ausdispergierte Suspension in einem thermisch und chemisch inerten Trägermedium garantiert perfekte Verteilung und extrem niedrige Streuwerte in jedem Kunststoff.

Ein weiteres Highlight dieser innovativen Produktfamilie ist die geringe, leicht zu kompensierende Eigenfarbe in Kombination mit einer sehr hohen NIR-Absorptionseffizienz. Alle Mitglieder der Lumogen® IR-Produktlinie sind nichtionisch, halogen- sowie schwermetallfrei und toxikologisch unbedenklich – beste Voraussetzungen für den Einsatz in der Medizintechnik und anderen sensiblen Anwendungen.

Lumogen® IR 1050 - 0,02 Gew.-% in Polycarbonat.



Lumogen® IR 765 und 788 - 0,01 Gew.-% in Polycarbonat.



Kompatibilität von Lumogen® IR mit ausgewählten Polymeren.

	PC	PMMA	PET	PA (6)	PA (12)	PS	ABS	SAN	ASA	MABS	PVC	TPU	PP	TPE	PE	
Lumogen® IR 765	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lumogen® IR 788	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lumogen® IR 1050	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Tauglich ohne Einschränkung  
 ■ Tauglichkeit muss getestet werden  
 ■ Nicht tauglich



## Erfolgsfaktor Farbgebung

Für eine ideale Farbgebung müssen sowohl die gewünschte Farbgebung als auch die perfekten Laserschweißeigenschaften berücksichtigt werden. Dafür kann auf die Erfahrung aus der Entwicklung mehrerer hunderttausend Rezepturen sowie leistungsfähiger Labore und modernen 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.

## Warum BASF und Treffert?

Ganz einfach: Zwei erfahrene Spezialisten für die erfolgsbestimmenden Faktoren des Laserschweißens von Kunststoffen – das geeignete Additiv und die passende Farbmittelauswahl – arbeiten Hand in Hand zusammen. Der Bereich Veredlungskemikalien von BASF erforscht und entwickelt u. a. funktionelle Additive und Farbmittel. Die neuartige Additivgeneration Lumogen® IR ermöglicht u. a. das Verschweißen von visuell transparenten Werkstücken.

Für Machbarkeitsstudien stehen ein Laserlabor „Centre d'Innovation, Pole Technique Groupe Treffert“, ausgestattet mit einem Dioden-, einem Nd:YAG- sowie einem Faserlaser in Ste-Marie-aux Chênes, ein coloristische und ein chemisch-physikalisches Labor bei Treffert für Sie bereit. Innerhalb von wenigen Tagen erhalten Sie für Ihren Anwendungsfall passende Farbgebung, auf Laserschweißbarkeit bereits getestet. Wir freuen uns auf Ihre Aufgabenstellung!



The Chemical Company

Die BASF ist das führende Chemie-Unternehmen der Welt: The Chemical Company. Ihr Portfolio umfasst Chemikalien, Kunststoffe, Veredlungsprodukte, Pflanzenschutzmittel und Feinchemikalien sowie Erdöl und Erdgas. Ihren Kunden aus nahezu allen Branchen hilft die BASF als zuverlässiger Partner, mit hochwertigen Produkten und intelligenten Systemlösungen erfolgreicher zu sein. Die BASF entwickelt neue Technologien und nutzt sie, um sich zukünftigen Herausforderungen zu stellen und zusätzliche Marktchancen zu erschließen. Sie verbindet wirtschaftlichen Erfolg mit dem Schutz der Umwelt und gesellschaftlicher Verantwortung und leistet so einen Beitrag zu einer lebenswerten Zukunft. Die BASF beschäftigt rund 95.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und erzielte im Jahr 2006 einen Umsatz von 52,6 Milliarden €.

Die Produktpalette der BASF-Geschäftseinheit „Veredlungskemikalien für Lacke, Kunststoff und Spezialitäten“ umfasst Pigmente, Präparationen und Farbstoffe, Bindemittel und Vernetzer, Lichtschutzmittel und Prozesschemikalien. Die Produkte werden weltweit hergestellt und vermarktet. Die BASF zählt hierbei zu den führenden Anbietern.



Farbe folgt Funktion

Die TREFFERT-Gruppe Polymer-Technologie entwickelt und fertigt in Frankreich und Deutschland Farbsysteme, Additive, Compounds und Masterbatche für die Kunststoffindustrie, die weltweit geliefert werden. Treffert entwickelt für den Bereich der Medizintechnik, Automobilindustrie, Elektronik und für weitere technische Anwendungen.

Das Unternehmen liefert Chargen von der kleinsten Mustermenge bis zu Tonnagen. Als Spezialist der Branche mit höchstem Qualitätsanspruch und einer über 75-jährigen Tradition produziert TREFFERT in Frankreich und Deutschland just-in-time für spezialisierte Märkte. Die besondere Stärke des Unternehmens sind Aufträge, die hohe Leistungsanforderungen an Entwicklung und Beratung stellen.