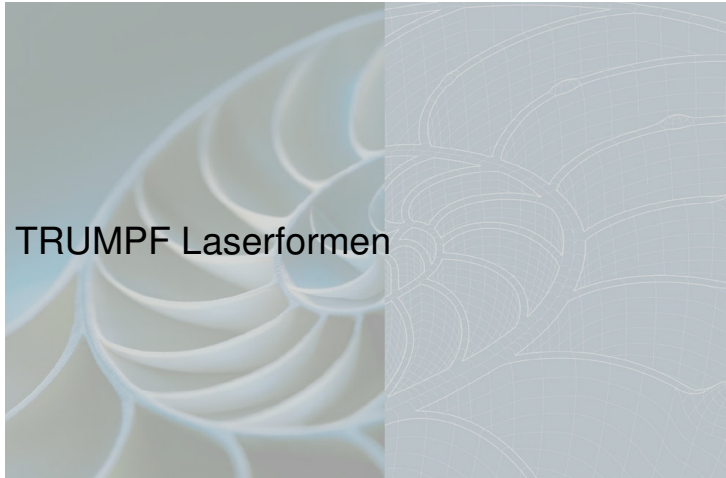


TRUMPF

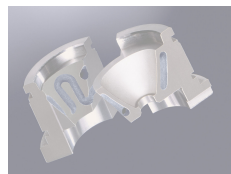


TRUMPF Laserformen

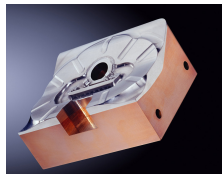
TRUMPF



TRUMPF Laserformen



Direktes Laserformen
TrumaForm LF



Direct Metal Deposition
TrumaForm DMD

- Einführung
- Anwendungen
- Technologie
- Maschine



**Manuelles
Laserauftragsschweißen**
PowerWeld



TRUMPF Laserformen



Direct Metal Deposition



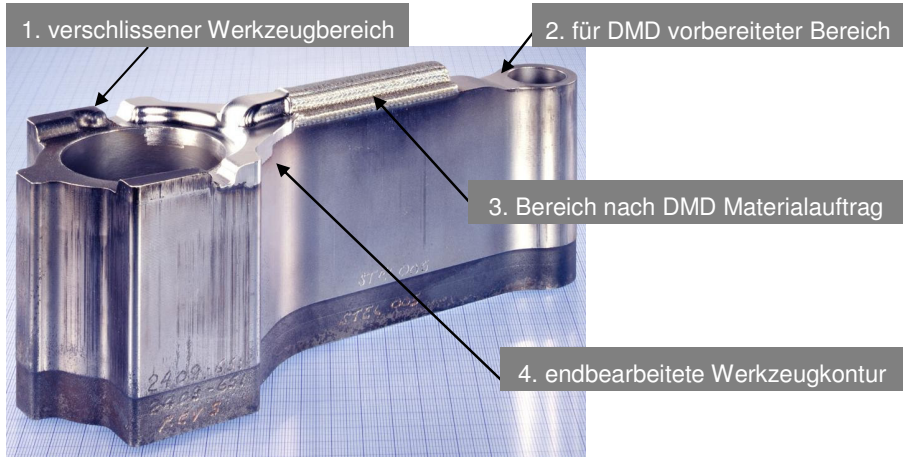
DMD: Verfahrensübersicht

- Beschichtung von verschiedenen metallischen Basiswerkstoffen mit identischen oder unterschiedlichen Metallen zur Kostenoptimierung durch Standzeiterhöhung oder geringerer Fertigungskosten
- Qualitativ hochwertiger 3D Materialauftrag mit sehr guten technischen Merkmalen (Dichte, Gefügestruktur, Festigkeit etc.)
- Minimale Gefügebeeinflussung des Grundmaterials aufgrund des geringen Energieeintrags durch den Laser
- Endbearbeitung des neu beschichteten Materials durch konventionelle Fertigungstechnik (Fräsen, Erodieren, Schleifen)



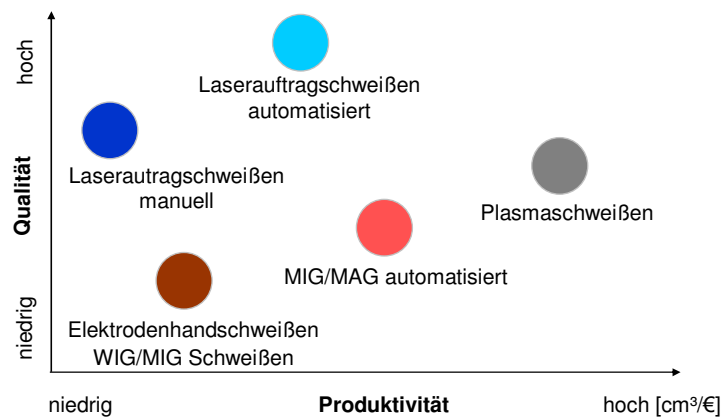
DMD: Verfahrensübersicht

Prozesskette am Beispiel „Schmiedewerkzeug“



DMD: Verfahrensübersicht

Bewertung der Schweißverfahren im Werkzeugbau

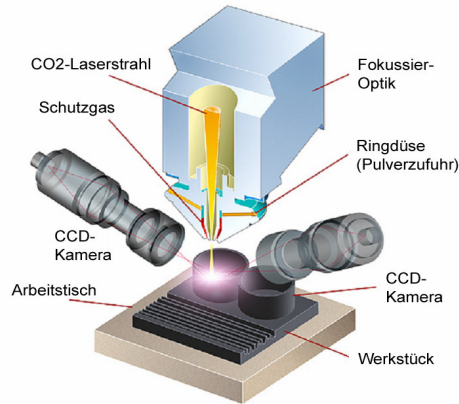


Qualität = f (Gefügestruktur, Verzug, techn. Kennwerte, Reproduzierbarkeit)



DMD: Technologie

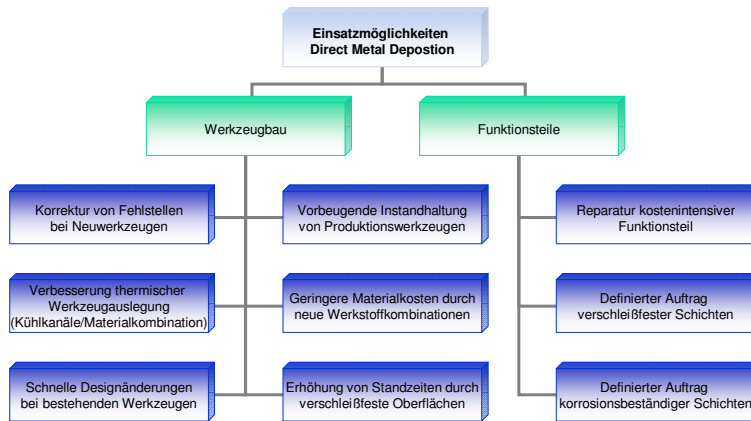
Prinzipskizze DMD-Pulverdüse



Überlappende Konturen und variable Bahngeschwindigkeiten erfordern einen geregelten Prozess zur Sicherstellung eines definierten Materialauftrages.



DMD: Übersicht Anwendungen



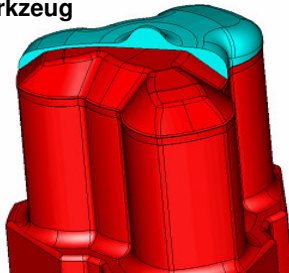
DMD-Beschichtungen sind interessant bei **kostenintensiven Wirtschaftsgütern**, die **hohen Anforderungen** entsprechen müssen



DMD: Anwendungsbeispiel

Halbwarm-Umformwerkzeug "Tripodengelenk"

1.2344 / 1.2367
beschichtet mit CPM 1V



Optimierung mit DMD

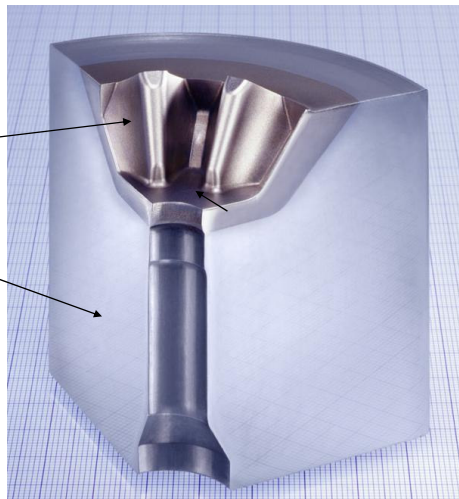
- Erhöhte Standzeit durch Beschichtung mit Werkzeugstahl hoher Güte
- Kosteneinsparung durch automatisierte Werkzeugreparatur



DMD: Anwendungsbeispiel

Schmiedewerkzeug "Zahnrad"

Werkstoff Formnest:
Stellite 21
Grundwerkstoff:
Werkzeugstahl 1.2344



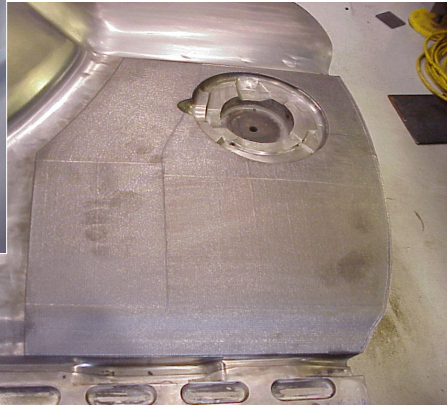
Optimierung mit DMD

- Erhöhte Standzeit durch Beschichtung mit einer Kobalt-Legierung



DMD: Anwendungsbeispiel

Design-Änderung am Umformwerkzeug „Tankeinfüllstutzen“



Optimierung mit DMD

- Großflächiger Werkstoffauftrag mit geringen Bauteilverzug



DMD: Anwendungsbeispiel



Designänderung „Firmenlogo“

Reparatur einer Schadstelle

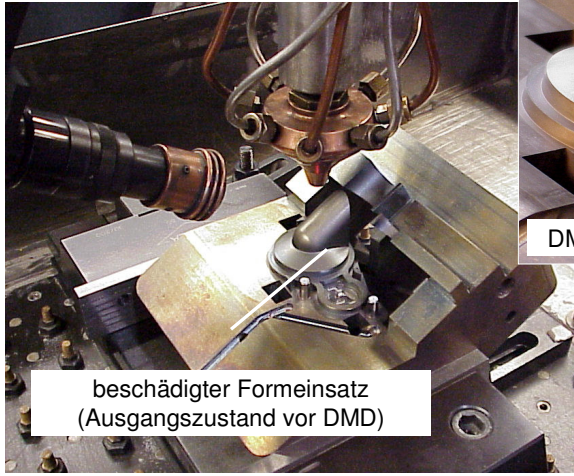
Designänderung am Produktionswerkzeug



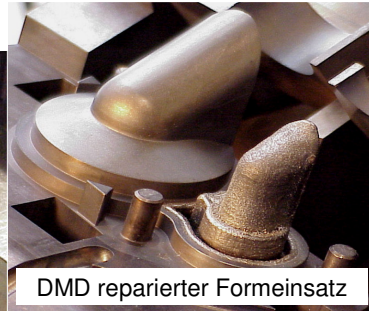


DMD: Anwendungsbeispiel

Werkzeugreparatur „Kfz-Kühlsystem“



beschädigter Formeinsatz
(Ausgangszustand vor DMD)



DMD reparierter Formeinsatz



Spritzgussbauteil

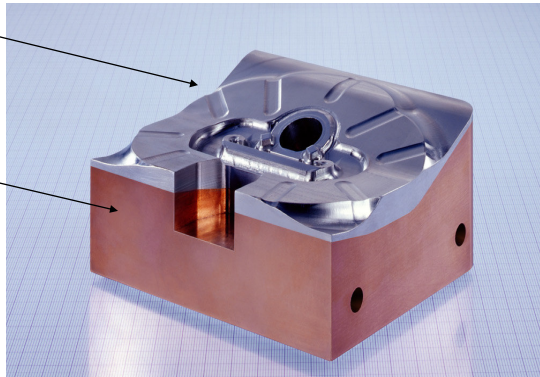


DMD: Anwendungsbeispiel

Spritzguß-Werkzeugeinsatz „Gurtstraffer“

Funktions-Oberfläche:
Werkzeugstahl 1.2344
(endbearbeitet)

Werkzeugbasis:
Kupferlegierung
(Ampco 940)



Optimierung mit DMD

- Zykluszeitreduzierung um ca. 25% durch Bi-Metall-Aufbau



DMD: Anwendungsbeispiel

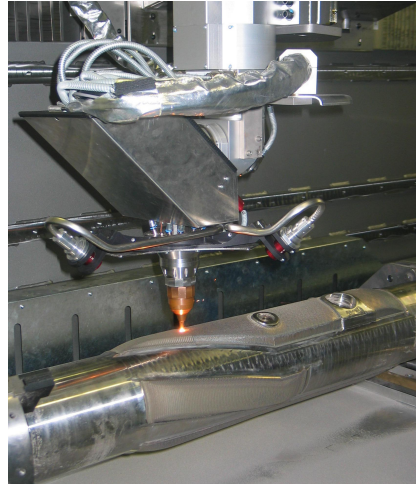
Hartstoffbeschichtung eines „Erdbohrers“

Funktionsoberfläche:
Wolfram-Karbid in Nickel-Matrix

Werkzeugbasis:
Cr-Mn-Stahl

Optimierung mit DMD

- Automatisierte 3D-Beschichtung
- Mehrschichtiger Materialauftrag verschiedener Werkstoffe

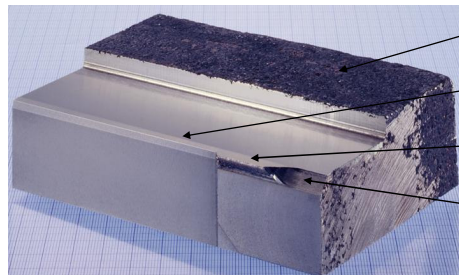


DMD: Technologie

Werkstoff-Kombination: Stahlguss-Werkzeugstahl

Anwendungsbereiche:

- Beschneidwerkzeuge
- Blech-Umformwerkzeuge



- Grundmaterial Stahlguss
- Schneidkante aus Werkzeugstahl
- DMD Beschichtung einseitig bearbeitet
- Vorbereiteter Auftragsbereich (45° Fase)

Preiswertes Grundmaterial wird in beanspruchten Bereichen gezielt veredelt

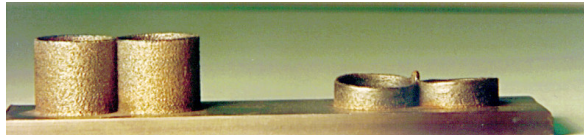


DMD: Technologie

- Materialauftragsraten: 20 - 90 cm³/h (bis 150 cm³/h)
- Einzelschichtdicken: 0,2 - 1,0 mm (ab 0,1 bis 1,4 mm)
- Gesamtschichtdicke, typisch: 1 - 3 mm (keine techn. Grenze)
- Bearbeitungsübermaß, typisch: 0,5 - 1 mm
- Pulverwerkstoffe, Kornfraktion: 40 - 105 µm (bis 160 µm)
- Beschichtungsmaterialien: Fe-, Ni- und Co-Legierungen
WC Hartbeschichtungen



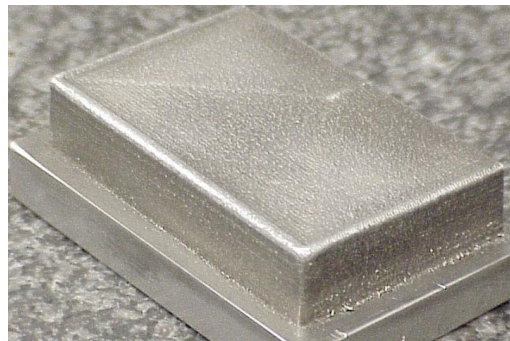
DMD: Technologie



On-Line Prozessregelung

Überlappende Konturen und variable Bahngeschwindigkeiten erfordern einen geregelten Beschichtungsprozess

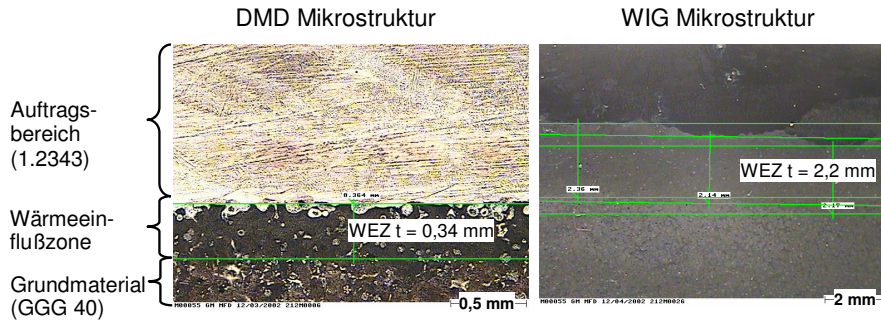
Als Stellgröße wird die Schweißbadausdehnung in Echtzeit verarbeitet und zur Regelung herangezogen





DMD: Technologie

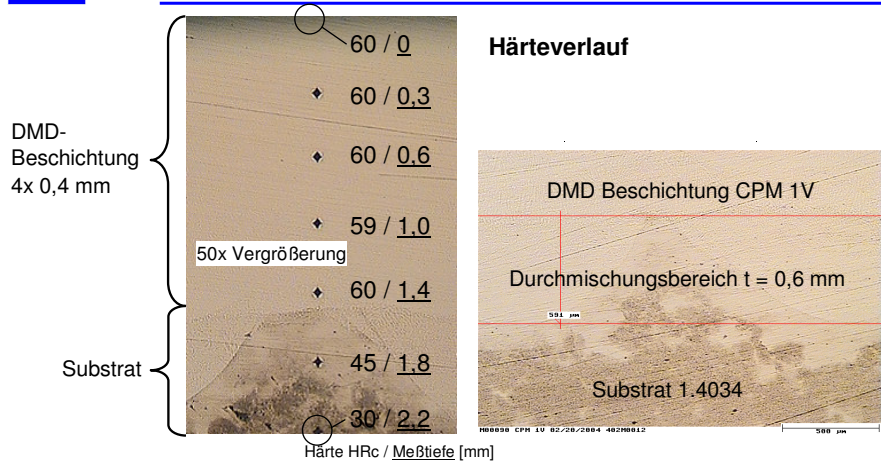
Beschichtung Sphäroguss: Vergleich DMD - WIG



Das DMD Gefüge zeigt eine um Faktor 6 - 12 geringere Wärmeinflußzone



DMD: Technologie



Der geringe Durchmischungsbereich stellt die Werkstoffeigenschaften des aufgetragenen Materials bei minimalem Materialauftrag sicher.



DMD: TrumaForm DMD 505

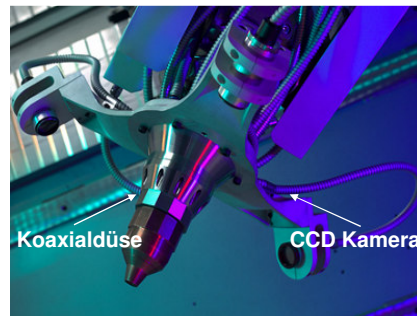
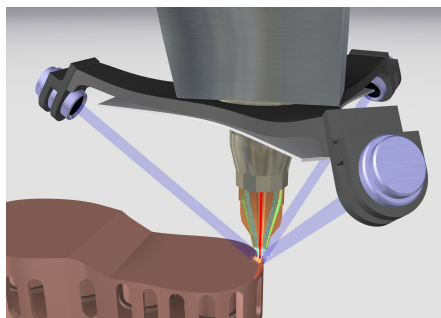
Technische Daten

- 5-Achs-Kinematik
 - Linearachsen:
2000 x 1000 x 750 mm³
 - rotatorische Achsen:
B ± 45°; C ± 190°
- TRUMPF TLF CO₂ - Laser (2 - 6 kW)
- automatische Fokus-Verstellung
- On-Line Prozessregelung
- 4 programmierbare Pulverförderer
- TRUMPF 3D-CAD/CAM-
Programmiersystem ToPs800



DMD: TrumaForm DMD 505

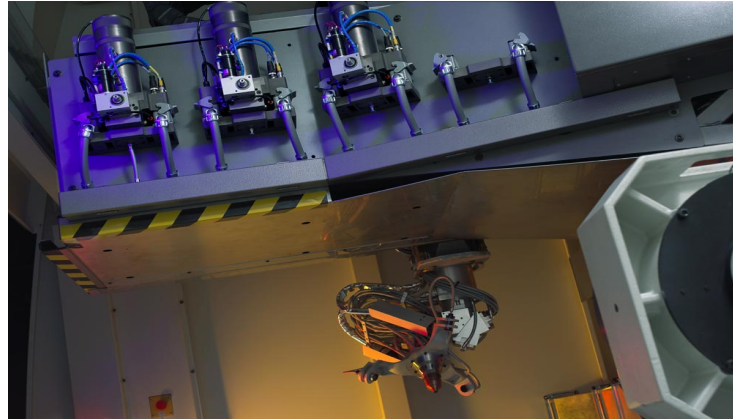
DMD-Pulverdüse



Echtzeit Auswertung von Geometrieinformationen durch Prozesssensoren zur schnellen Regelung der Werkzeugmaschine



DMD: TrumaForm DMD 505



Die Ansteuerung der maximal vier Pulverförderer erfolgt durch die Maschinensteuerung. Pulverwerkstoffe können direkt in der Maschine gemischt werden.



DMD: Zusammenfassung

- Die DMD Technologie eröffnet wirtschaftlich interessante Anwendungen bei der Herstellung und Instandhaltung von Produktionsmitteln z.B. im Automobilbau:
 - Zeitnahe, qualitativ hochwertige Reparatur und Modifikation von Produktionswerkzeugen
 - Einstellung maßgeschneiderter Werkzeugeigenschaften mit dem Ziel der Standzeit- und/oder Zykluszeitverbesserung
- Konzentrierter Aufbau von wertvollem Anwendungs - Know How
 - Durch Einsatz einer schlüsselfertigen Systemmaschine und
 - Zusammenarbeit mit einem leistungsstarken Systemlieferant