



VOM INDUSTRIALISIERTEN WERKZEUGBAU ZUM 3D-DRUCK

Clemens Boesen



- ▶ Beginn der Additiven Fertigung bei Phoenix Contact
- ▶ Additive Fertigung in der industriellen Anwendung
- ▶ Digitale Geschäftsmodelle am Beispiel der PROTIQ GmbH
- ▶ Aus- und Weiterbildung von Morgen

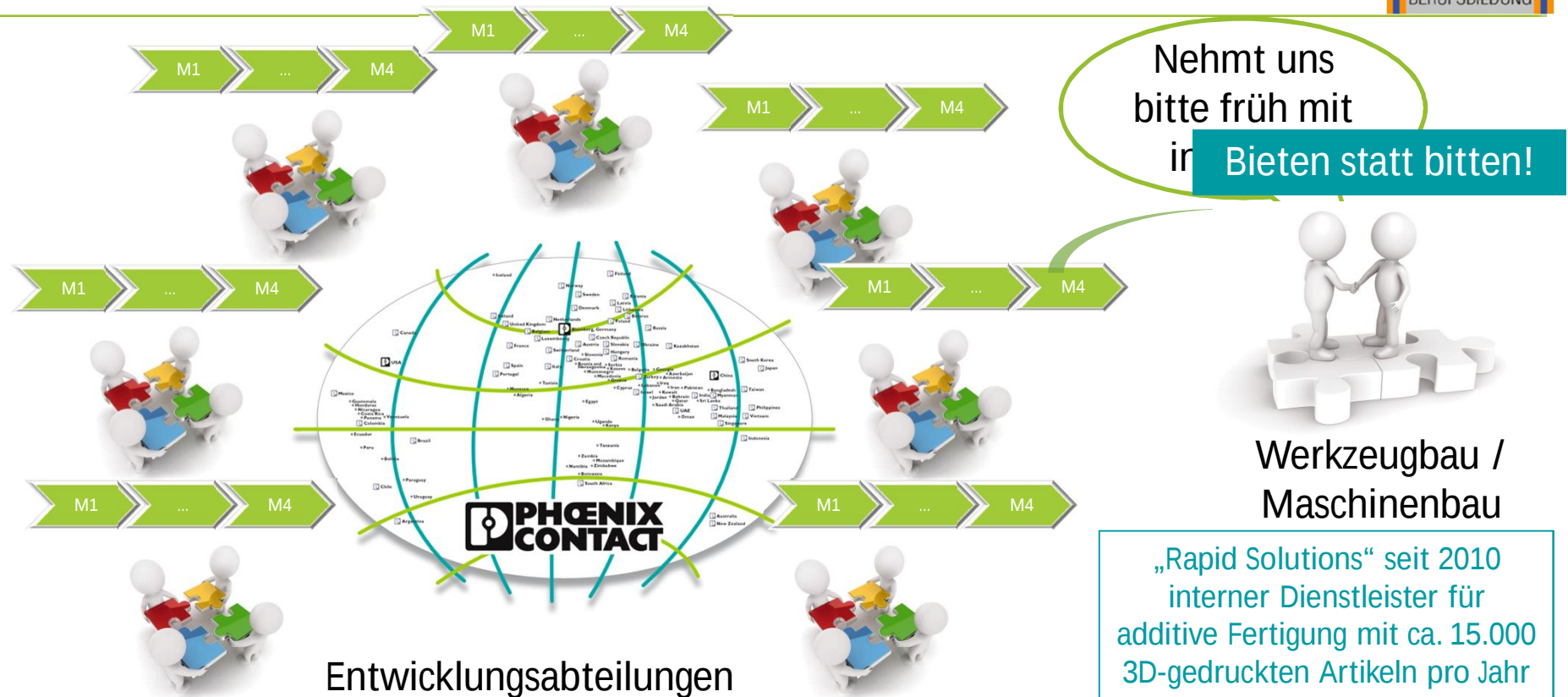


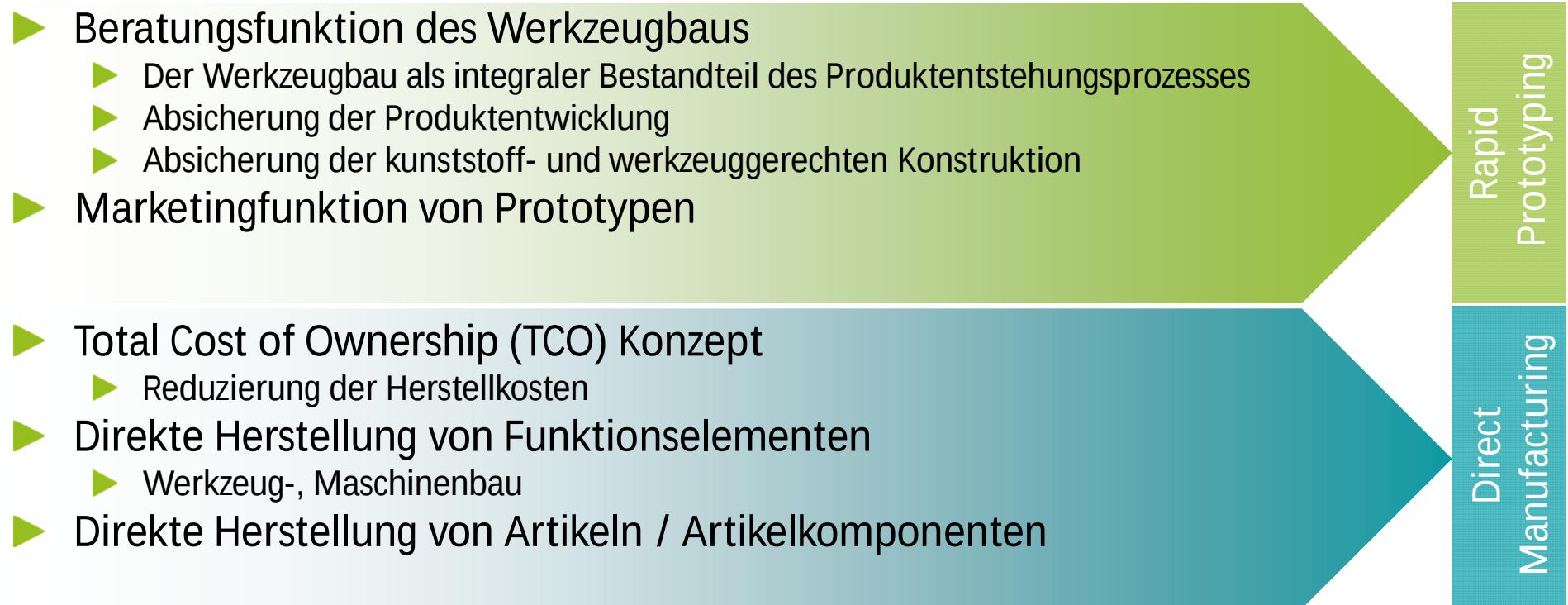
- ▶ Beginn der Additiven Fertigung bei Phoenix Contact
- ▶ Additive Fertigung in der industriellen Anwendung
- ▶ Digitale Geschäftsmodelle am Beispiel der PROTIQ GmbH
- ▶ Aus- und Weiterbildung von Morgen

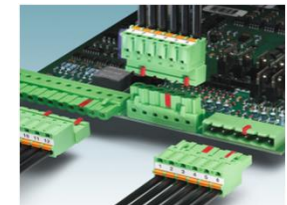
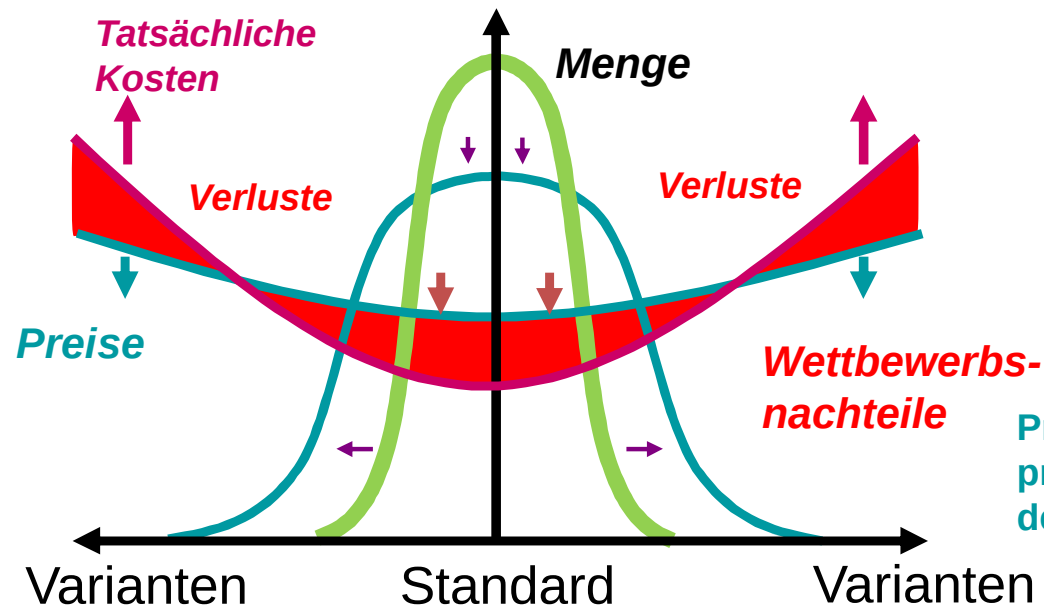
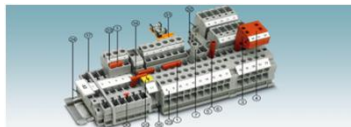
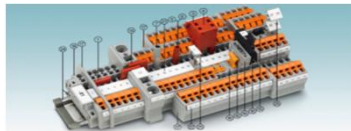
- ▶ Ca. 15.000 Mitarbeiter weltweit
- ▶ 14 Produktionsstandorte weltweit, Stammsitz: Blomberg
- ▶ Mehr als 50 Vertriebsstandorte weltweit
- ▶ Jahresumsatz 2016: ca.1,97 Mrd. €
- ▶ Ca. 60.000 aktive Produkte
- ▶ Ca. 2.500 Neuheiten pro Jahr
- ▶ Mehr als 50 Jahre Erfahrung im Werkzeugbau
- ▶ 190 Mitarbeiter im Werkzeugbau am Standort Blomberg
- ▶ 120 Mitarbeiter in den Werkzeugbaustandorten PL, CN, IN



Hohe Bedarfe an
Prototypen







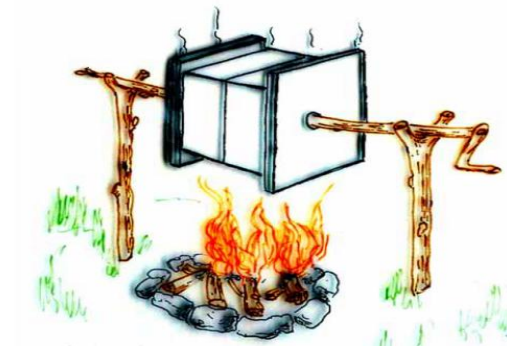
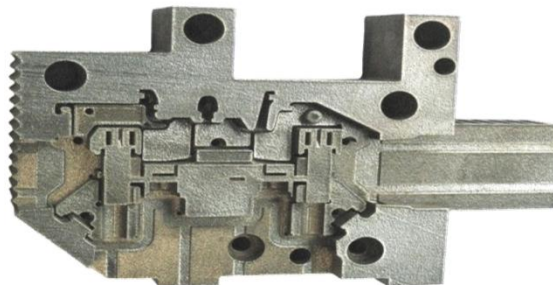
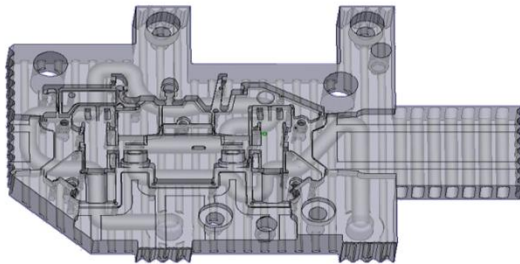
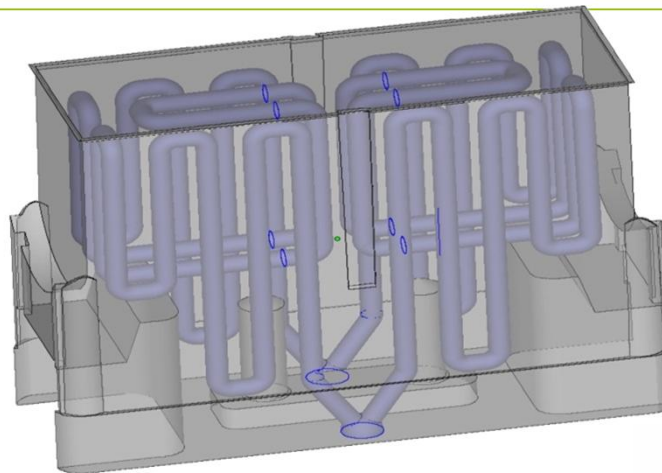
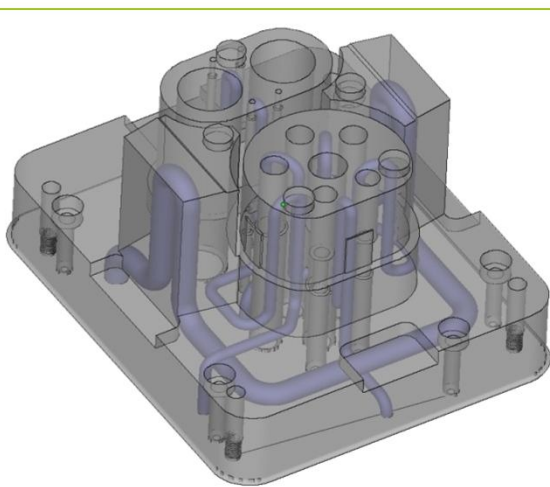
**Produkt-
programm
der Zukunft**

„Wir haben die Massenfertigung variantentauglich gemacht, jetzt müssen wir die Variantenfertigung serientauglich machen!“

Zitat: F. Hasse, Phoenix Contact



- ▶ Beginn der Additiven Fertigung bei Phoenix Contact
- ▶ Additive Fertigung in der industriellen Anwendung
- ▶ Digitale Geschäftsmodelle am Beispiel der PROTIQ GmbH
- ▶ Aus- und Weiterbildung von Morgen



Konturnahe Kühlung im Spritzgießwerkzeug

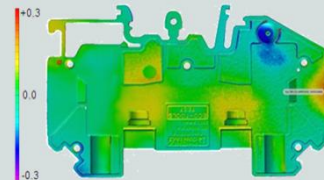
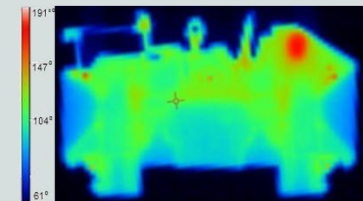
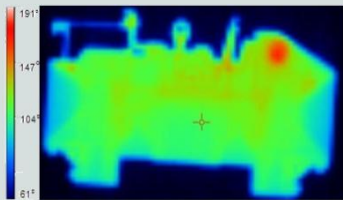
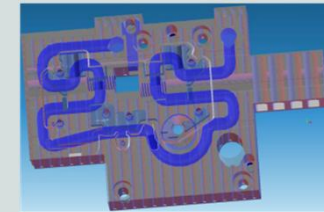
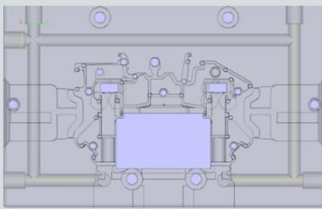
Konventionelles Werkzeug mit 5 s Zykluszeit

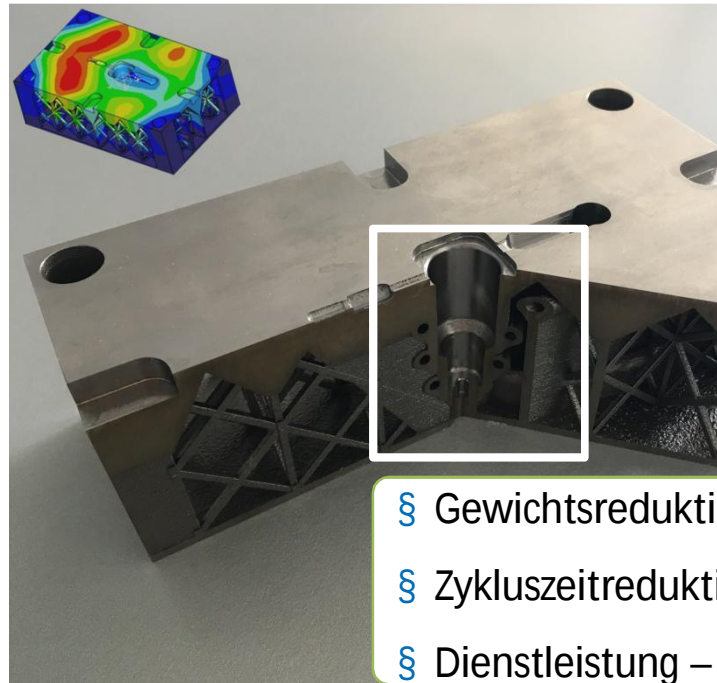
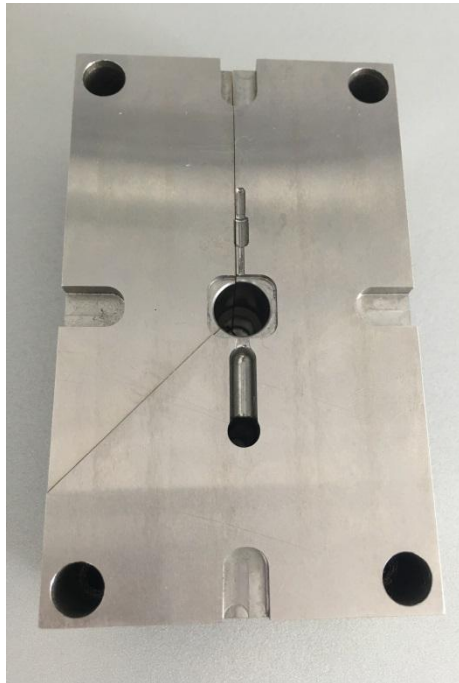
Konturnah temperiertes Werkzeug mit 3 s Zykluszeit

Werkzeugkonzept

Vergleichbares Ergebnis
bei 40%
Zykluszeitreduktion

Fehlerbild Maßabweichung



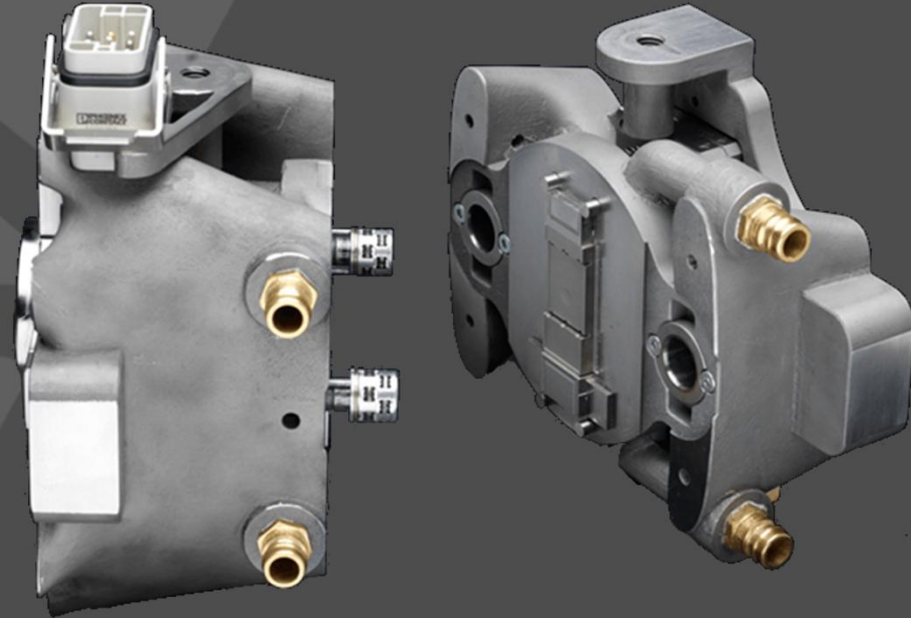


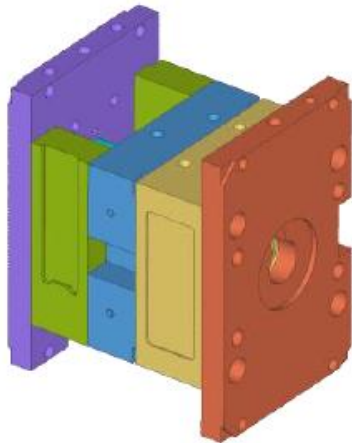
- § Gewichtsreduktion um rund 75 %
- § Zykluszeitreduktion Spritzgießen: 30 %
- § Dienstleistung – Globales Tool Shop Network



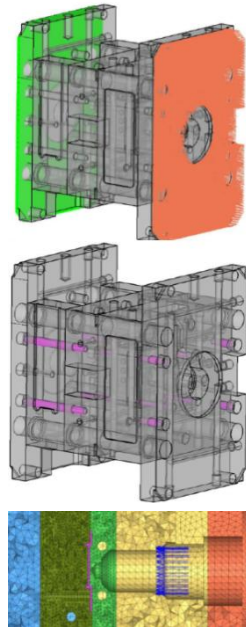
Konstruktive Möglichkeiten und Grenzen müssen bekannt sein

Beispiel:
Spritzgießwerkzeug



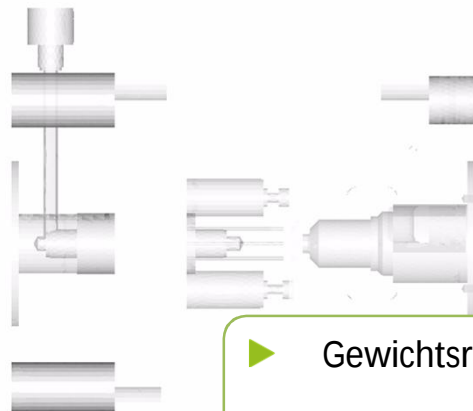


Lastfälle

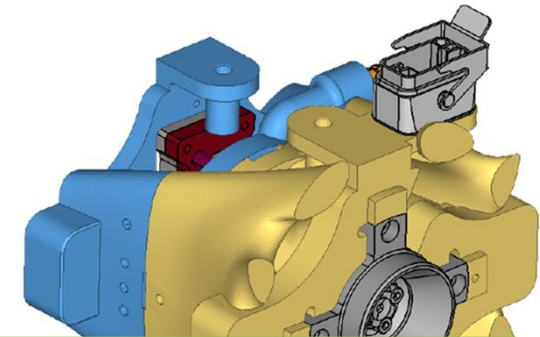


...

Simulation



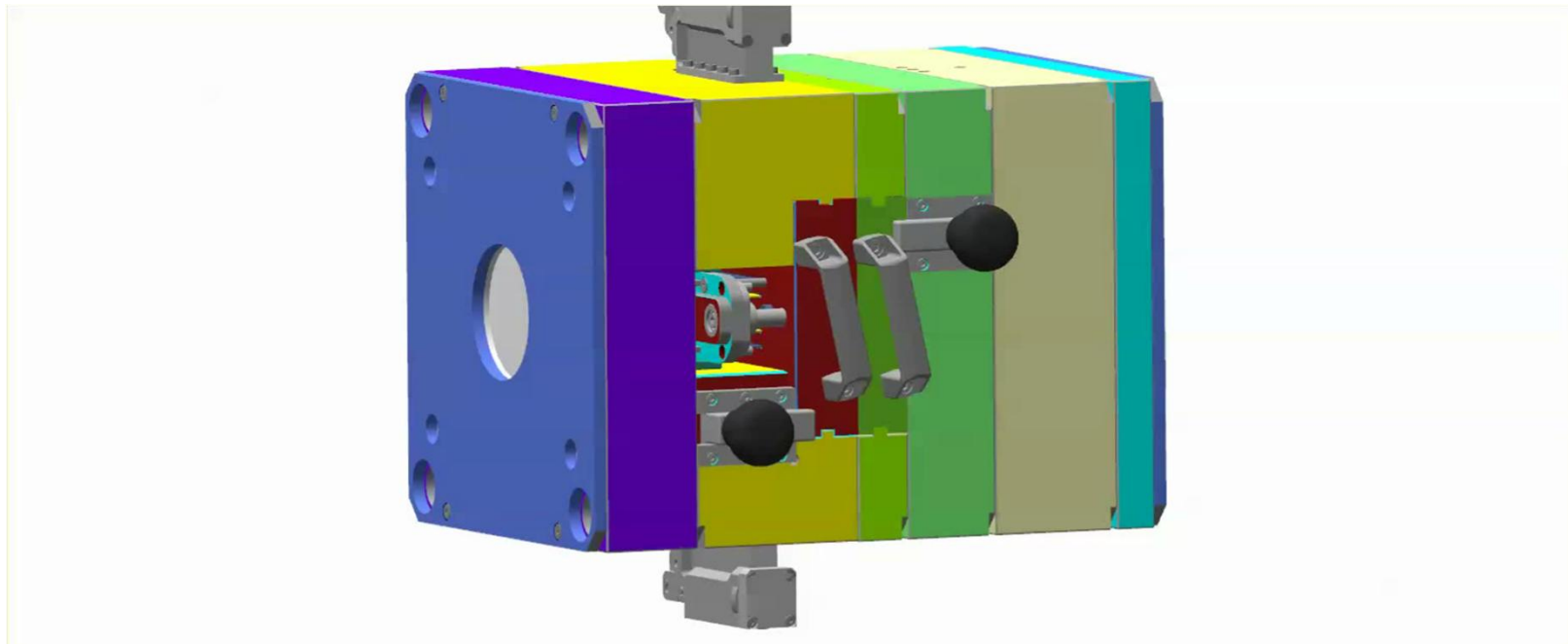
Realisierung und Montage



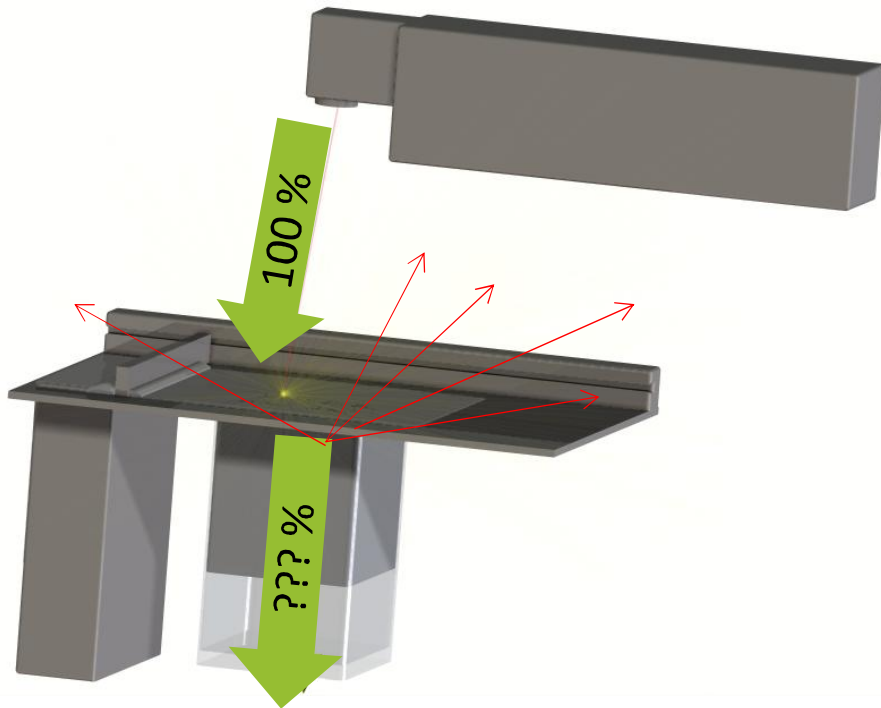
- ▶ Gewichtsreduktion um rund 75 %
- ▶ Kostenreduktion um rund 20-30 %
- ▶ Durchlaufzeitreduktion um rund 30 %
- ▶ Zykluszeitreduktion um rund 70 %



Kenntnisse simulationsgestützter Entwicklung



Umgang mit neuen Medien wie “Augmented Reality” und “Virtual Reality”



Herausforderung bei Kupferverarbeitung

- ▶ Kupferpulver reflektiert einen Großteil der Laserstrahlung (YAG: 1064 nm)
- ▶ Energieeintrag nicht effizient
- ▶ Gefahr der Rückreflektion und Zerstörung der Laserquelle

Lösungsansätze

- ▶ Modifikation der Legierung
- ▶ Einsatz von grünem/ blauem Laser
- ▶ Einsatz von speziellem Schutzglas



Prozess Know How für additive Fertigung



Ergebnis:

- ▶ Verarbeitung von Kupfer möglich
- ▶ Bauteildichte 99,5 %
- ▶ Die Materialspezifische Festigkeit/Härte wird nicht erreicht, da keine Verfestigung durch Verformung
- ▶ Thermische Nachbehandlung möglich

Parameterstudie:

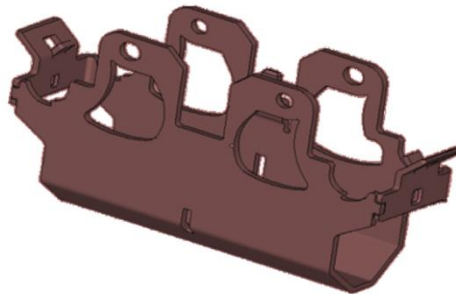
- ▶ Variation Volumenenergie
 - ▶ Laserleistung
 - ▶ Scanspeed
 - ▶ Abstand der Fülllinien
- ▶ Variation Schichtdicke



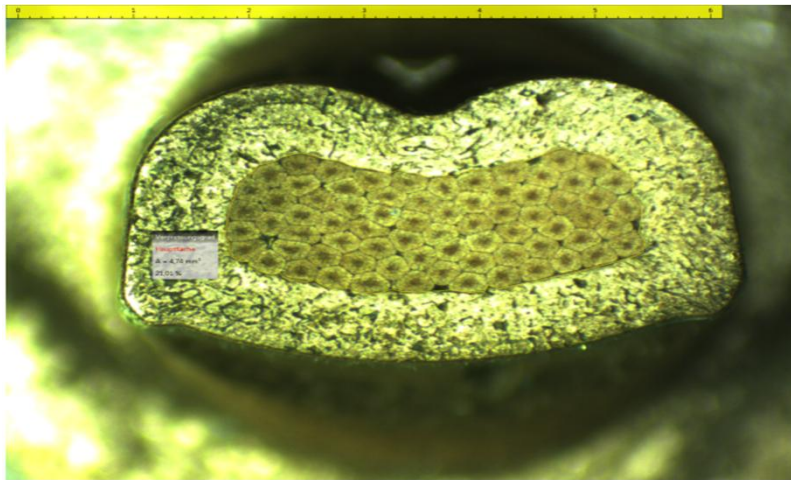
Werkstoffkunde (auch beispielsweise pulvermetalllogisch)

Strombalken

- ▶ Materialstärke: 1,5 mm
- ▶ Konventionelle Lieferzeit ca. 3 Monate
- ▶ 3D Druck innerhalb von einer Woche



Zeitgetriebene Entwicklungszyklen für kurze Time-to-Market Sequenz



Crimpen

- ▶ gesinterter Kupferkontakt
- ▶ Querschnitt: 6 mm²
- ▶ Crimphöhe: 3,3 mm
- ▶ Auszugskraft gefordert min. 360 N
- ▶ Auszugskraft ermittelt 1017 N
- ▶ Verpressungsgrad i.O.
- ▶ Vercrimpung nicht gasfest

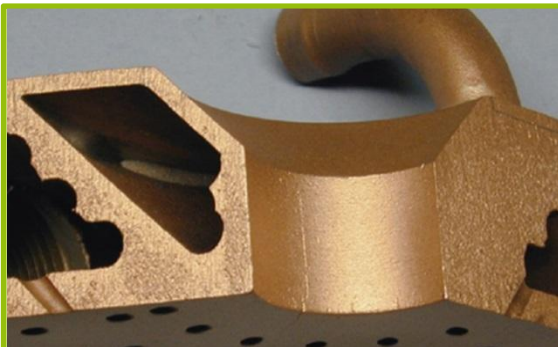


Umfassende Kenntnis verschiedenster Mess- und QM-Methoden

Induktordesign und
Optimierung
- Flux, HyperStudy -

Prozessoptimierung
- Flux -

3D Druckservice
PROTIQ GmbH



Neue Geometrien
Freiformen & Hinterschnitte

Quelle: <http://revistaih.com.br>



Funktionsintegration
Induktor und Abschreckbrause

Quelle: <http://www.solucoesindustriais.com.br>



Magnetfeld-
optimierte
Induktor-
geometrie

In Kooperation mit



Übergreifende Kenntnis von Fertigungsverfahren



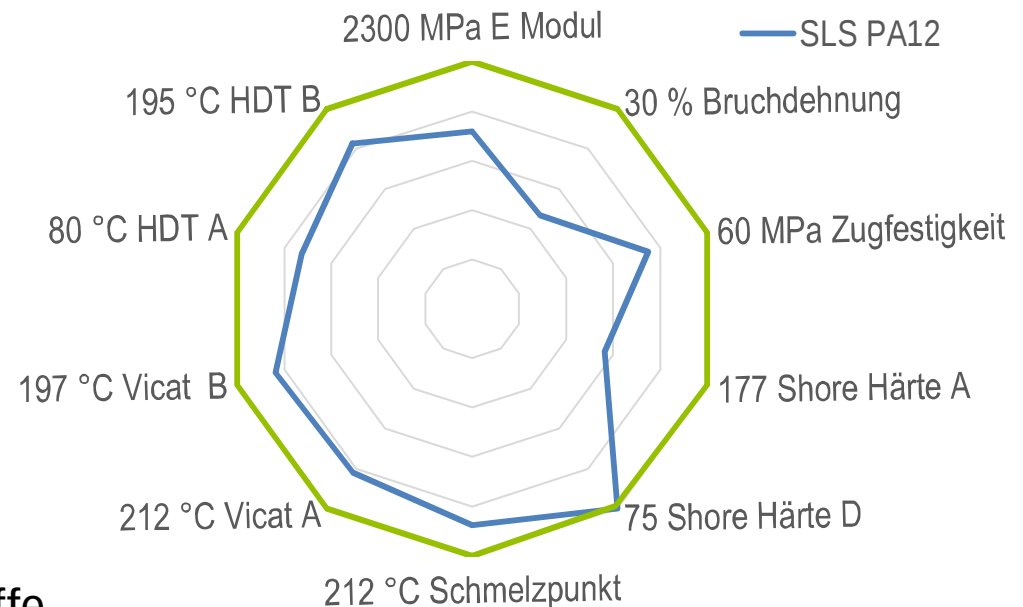
Entwicklung hochpräziser SLS Anlagentechnik
ermöglicht Produktion mit PA6 (PA6.6, PBT, ...)

- ▶ Bauraum 200 x 250 x 300 mm
- ▶ Max. Vorheiztemperatur 350°C
- ▶ Verbesserte Temperaturregelung $\Delta T < 3 \text{ K}$
- ▶ Variabler Laserspot 0,23 – 2 mm
- ▶ Eigene Slicing und Maschinensoftware
- ▶ Prozessüberwachung über Thermokamera
- ▶ Innovativer Pulverauftrag
- ▶ Schutzgasatmosphäre $< 0,1\% \text{ O}_2$



Grundlagen Maschinen- und Anlagenbau

	SLS PA12	SLS PA6X
E Modul	1650 MPa	2300 MPa
Bruchdehnung	14 %	30 %
Zugfestigkeit	45 MPa	58 MPa
Shore Härte A / D	100 / 76	177 / 75
Schmelzpunkt	186 °C	212 °C
Vicat Erweichung A / B	174 / 165 °C	212 / 197 °C
HDT A / B	58 / 161 °C	80 / 195 °C
Wasseraufnahme	1,4 Gewichts-%	2,9 Gewichts-%
Minimale Wanddicke	0,4 mm	0,3 mm



Werkstoffkunde technischer Kunststoffe



- ▶ Additive Fertigung in der Phoenix Contact Gruppe
- ▶ Additive Fertigung in der industriellen Anwendung
- ▶ Digitale Geschäftsmodelle am Beispiel der PROTIQ GmbH
- ▶ Aus- und Weiterbildung von Morgen

3D-Druck von PROTIQ. Präzise. Schnell. Zuverlässig.

- ▶ PROTIQ wurde am 15. September 2016 gegründet
- ▶ PROTIQ ist ein Webportal, über das Nutzer 3D-Modelle hochladen und konfigurieren können. Wir stellen die gewünschten Objekte mit hoher Präzision her und versenden sie weltweit – schnell.
- ▶ PROTIQ bietet die Expertise in additiver Fertigung seit 2010 für die Phoenix Contact Gruppe als interne Einheit unter dem Namen “Rapid Solutions” an



3D-Druck von PROTIQ. Präzise. Schnell. Zuverlässig.

PROTIQ
A Phoenix Contact Company

3D-DRUCK IMMER WIEDER NEU GEDACHT.
Überzeugen Sie sich von unserer Innovationskraft.

3D-DRUCK VON PROTIQ. PRÄZISE. SCHNELL. ZUVERLÄSSIG.

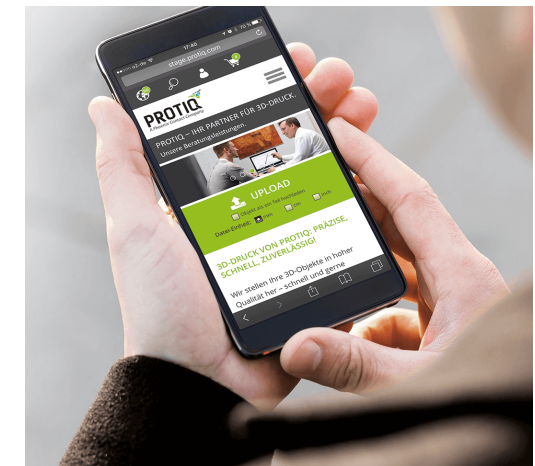
Wir stellen Ihre 3D-Objekte in hoher Qualität her – schnell und gerne weltweit. Seit 2010 ist PROTIQ die Kompetenz im Bereich der additiven Fertigung der Phoenix Contact Gruppe. Basierend auf dieser Erfahrung beraten und unterstützen wir Sie: von der Generierung der 3D-Daten bis zum gefertigten Prototyp, Modell oder Bauteil.

Unser Know-how ist Ihr Vorteil:

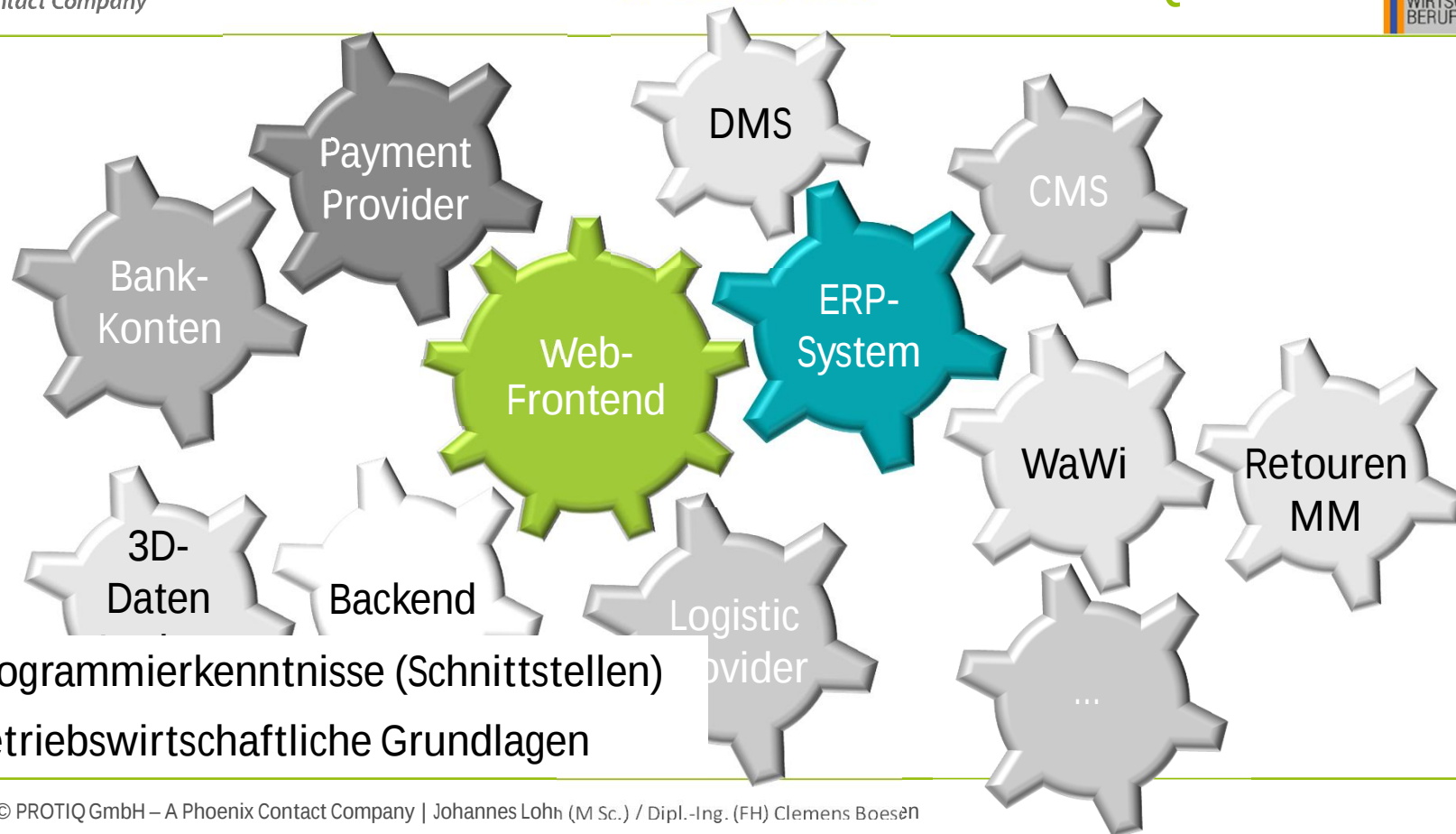
- Jährliches Know-how als interner Dienstleister und Berater für Phoenix Contact
- Hohe Innovationskraft für optimale 3D-Druck-Ergebnisse
- Vielfältige Möglichkeiten durch neue Materialien
- Eigenständig entwickelte Anlagen
- Nutzerorientiertes Webportal – optimiert für industrielle Anforderungen
- Einfache Auftragsabwicklung
- Lösungsorientiertes, dynamisches Team

Erfahren Sie mehr über uns

Erfahren Sie mehr über Additive Manufacturing



www.protiq.com



- ▶ Funktionsprototypen, Muster und Serienteile aus technischen Kunststoffen
- ▶ Hochpräzise Kunststoffprototypen und Urmodelle für Gießverfahren
- ▶ Multimaterial-Bauteile mit gummielastischen und harten Bereichen
- ▶ 3D-gedruckte Spritzgießwerkzeugeinsätze aus Kunststoff, Aluminium, Kupfer und Stahl
- ▶ Metallische Bauteile jeglicher Art mit der Qualifizierungs-möglichkeit von neuartigen Metallwerkstoffen (Kupfer, Zink, Messing, ...)



Neue Werkstoffe



Neue Herstellungsverfahren

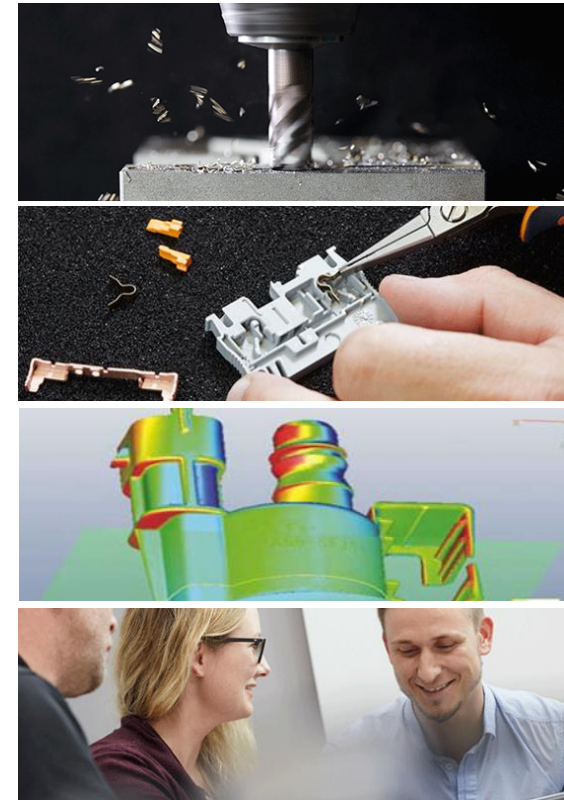
- ▶ Oberflächenveredlung (Finishing)
 - ▶ Strahlen, Schleifen, Polieren,
 - ▶ Fräsen und Erodieren
 - ▶ Lackieren und Infiltrieren (Tauchen)
- ▶ Montage (Zusammenbau)
- ▶ Reverse Engineering (Computer Tomographie)
- ▶ 3D-Druck Schulungen
- ▶ Beratung und persönlicher Service für Kunden
- ▶ Topologieoptimierungen



Neue Messtechnik und Software (Simulation etc.)



Englischkenntnisse (B1-Level) für Softwarebedienung





- ▶ Beginn der Additiven Fertigung bei Phoenix Contact
- ▶ Additive Fertigung in der industriellen Anwendung
- ▶ Digitalisierte Geschäftsprozesse am Beispiel der PROTIQ GmbH
- ▶ Aus- und Weiterbildung von Morgen

Status Heute (fett):
Bedienung von AM-Anlagentechnik (3D-Druck)
durch überqualifiziertes Personal



Anforderung an die Ausbildung:
Ausbildungsberuf
“Verfahrensmechaniker
Additive Fertigung”



Erforderliche Lerninhalte für Ausbildungsberuf „Verfahrensmechaniker Additive Fertigung“

- ▶ “EDV-Kenntnisse (Office, Email, CAD-Programme, Grundlagen Programmierung)
- ▶ 3D Konstruktion lesen, begreifen, vermessen, modifizieren
- ▶ Automatisierungstechnik
- ▶ Messtechnik (3D Scan, CT-Scan, Taktile Messung, ...)
- ▶ Pulvermaterialien (Lagern, Sieben, Prüfen)
- ▶ Arbeitssicherheit (Pulvermaterialien, Schutzgase, ...)
- ▶ Qualitätssicherung
(Endkontrolle bei Stückzahl 1 nach Anforderung in CAD-System eigenständig durchführen)
- ▶ Fremdsprache Englisch Level (min. B1)
- ▶ Neue Medien. Augmented Reality, Virtual Reality
- ▶ “Selbst-lernen” lernen, lebenslanges lernen, kontinuierliche Weiterbildungsmaßnahmen nach Abschluss der Ausbildung

