



sander
kunststofftechnik

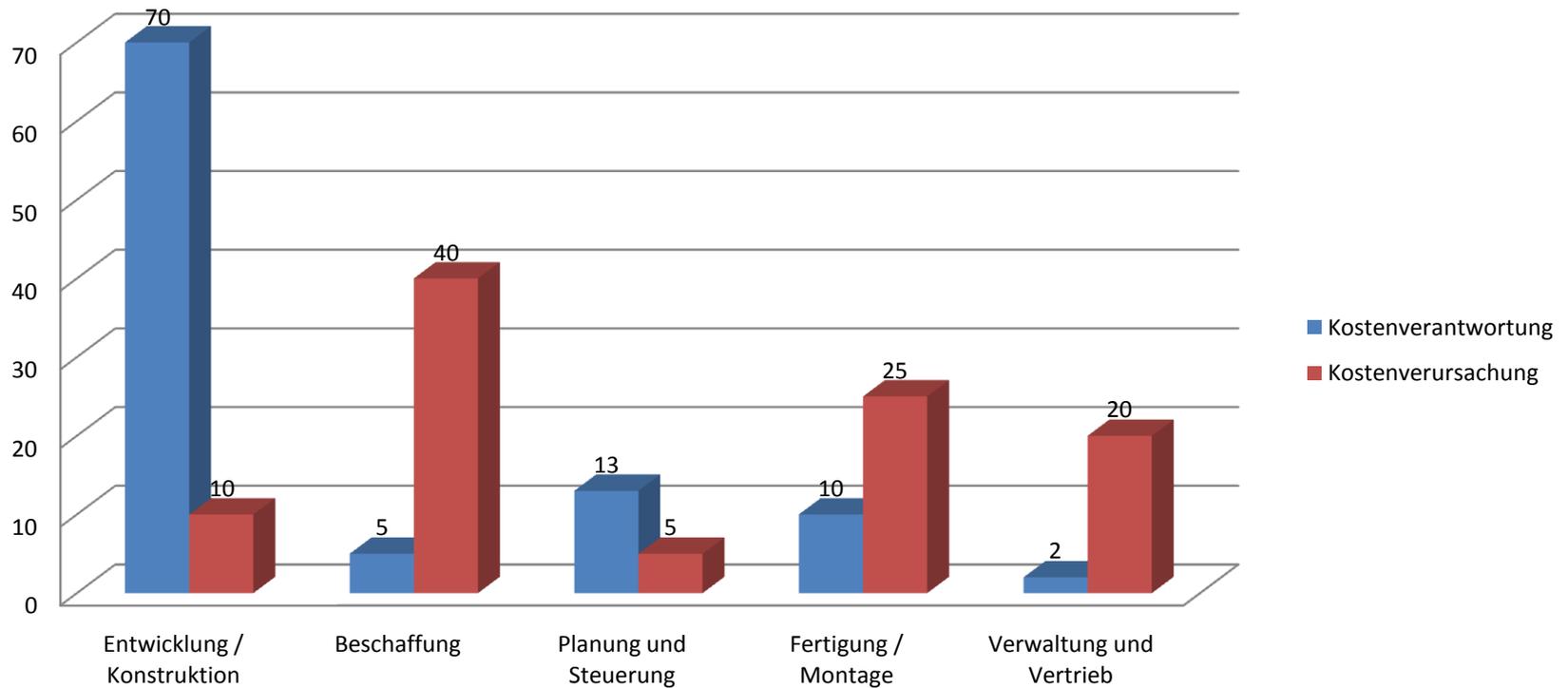
„Mit Rapid Prototyping die Entwicklung feinwerktechnischer Konstruktionen effektivieren“

Dr. Raik Hamann
michael sander kunststofftechnik gmbh, Dresden

Kostenverantwortung und Kostenverursachung



sander
kunststofftechnik



Mit Leidenschaft zum Erfolg.



sander
kunststofftechnik

- 1988 Gründung in Dresden als privates Unternehmen für Kunststoffverarbeitung / Kunststoff-spritzgießen
- 1993 Erweiterung der Produktpalette um die Fertigung von Prototypen aus Polyurethan, Epoxidharz und Polyurethanschäumen
- 1995 Einführung der neuen Vakuumgießtechnologie von MCP HEK
- 1998 Konzentration auf Rapid Prototyping und Nachfolgeverfahren
- 1998 bis heute
Etablierung als Qualitätslieferant für Prototypen und Kleinserien mit einem sehr guten Preis-/Leistungsverhältnis in Märkten wie z.B.

- Spielwarenindustrie,
- Medizintechnik,
- Automobilzulieferindustrie,
- Maschinenbau,
- elektronischer und optischer Gerätebau
- Konsumgüterindustrie

Mit Leidenschaft zum Erfolg.



sander
kunststofftechnik

Heute umfasst unser Angebotsspektrum:

- Stereolithographie (STL)
- Selektives Lasersintern Kunststoff (SLS)
- Vakuumguss (VG)
- Reaction Injection Moulding (RIM)
- Prototypen-Spritzguss
- 3D-Messen
- Oberflächenveredlung

- Beratung zu kunststoff- und spritzgussgerechter Konstruktion

Es leb(t)e das Chaos!



sander
kunststofftechnik

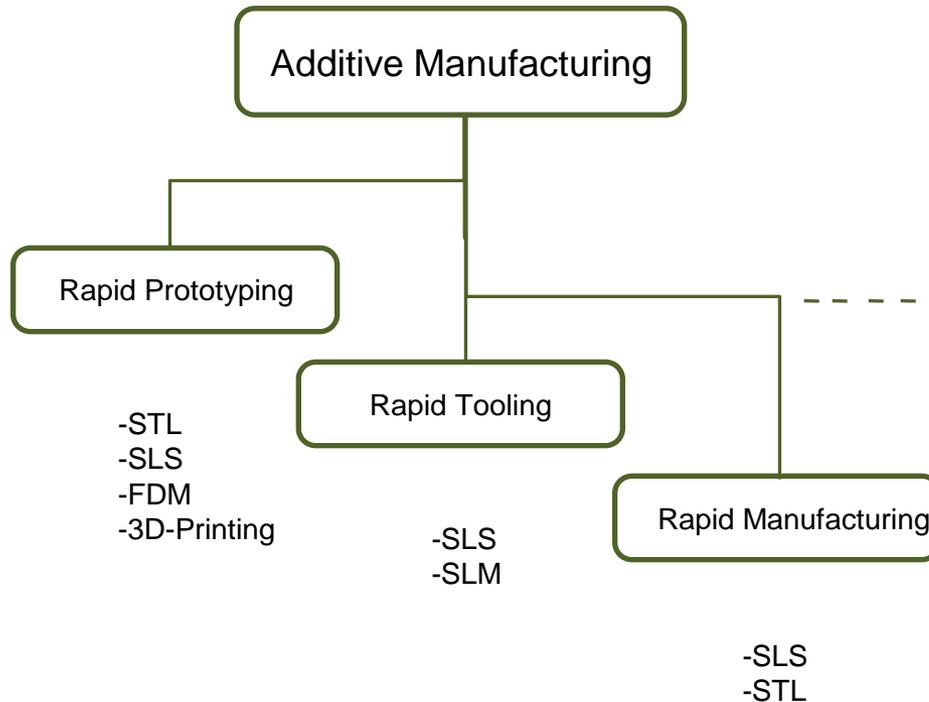
Seit der Einführung der Stereolithographie 1987 hat sich eine wilde Begriffswelt entwickelt:

- Rapid Prototyping
 - Rapid Manufacturing
 - Rapid Tooling
 - e-Manufacturing
 - Digital (oder Direct Digital-) Manufacturing
 - Desktop Manufacturing
 - Layer Manufacturing Technology
 - Advanced Digital Manufacturing (ADM)
 - Solid Freeform Manufacturing
 - Solid Freeform Fabrication
 - Additive Layer Manufacturing
 - Additive Fabrication
- „Rapid Prototyping ist tot – es lebe Rapid Tooling!“

ASTM: Additive Manufacturing!



sander
kunststofftechnik



Prozess der üblicherweise schichtweisen Verbindung von Materialien mit dem Ziel, Objekte aus 3D-Daten herzustellen.

Additive Fertigungstechnologien zur Herstellung von Teilen, die im Entwicklungsprozess genutzt werden

Additive Fertigungstechnologien zur Herstellung von Werkzeugen, insbesondere Spritzgießwerkzeugen

Additive Fertigungstechnologien zur Herstellung von kundenspezifischen Teilen, Ersatzteilen und Serienteilen

Stereolithographie (STL, SLA)



sander
kunststofftechnik

„stereos“ - hart, fest körperlich, räumlich

„lithos“ - stein

„graphie“ - schreiben

Prinzip: ein rechnergesteuerter Laserstrahl härtet selektiv flüssiges Photopolymer aus

Vorteile:

- Bauteile mit hoher Komplexität herstellbar
- hohe Genauigkeit
- Oberflächen sind gut zu finishen

Nachteile:

- Bau von Stützkonstruktionen
- Belichtungsdauer ist abhängig von Querschnittsfläche

Parameter:

- typische Abmessungen 360 x 360 x 400 mm³
- max. Abmessungen bis 2100 x 700 x 800 mm³
- Genauigkeit 0,1 % bzw. Allgemeintoleranz mittel
- Schichtdicke 0,05 ... 0,20 mm

Anwendung:

- Fertigung von Urmodellen
- Funktionsmuster
- zunehmend auch Serienteile

Selektives Lasersintern Kunststoff (SLS)



sander
kunststofftechnik

Prinzip: Ein Laserstrahl schmilzt lokal pulverförmigen, mit einem Binder ummantelten Kunststoff auf.

Vorteile :

- serienähnliches Material (PA, PS, PEEK)
- hohe mechanische und thermische Belastbarkeit der Teile
- keine Nachvernetzung und nur geringe Nacharbeit nötig (möglich)
- Modelle sind sofort einsatzbereit
- nicht versinterter Material kann bei Nachfolgeprozessen wiederverwendet werden
- preiswert

Nachteile:

- körnige Oberflächenstruktur, die nicht zu finishen ist
- geringere Genauigkeit als STL
- Belichtungsdauer ist abhängig von Querschnittsfläche

Anwendung:

- Herstellung von ersten Einbaumustern mit hohen mechanischen und thermischen Ansprüchen
- Funktionsmuster
- Rapid Manufacturing

Fused Deposition Modelling (FDM)



sander
kunststofftechnik

- Prinzip:** Ein drahtförmiger Kunststoff (oder Wachs) wird aufgeschmolzen, partiell aufgetragen und wieder abgekühlt
- Vorteile:**
- serienähnliches Material (ABS, PC/ABS, PC, ...)
 - relativ einfache Verfahrenstechnik
 - kein Laser notwendig
 - kein Materialverlust
 - keine besonderen Anforderungen an Maschinenumgebung
- Nachteile:**
- geringere Genauigkeit als STL
 - feine Konturen und dünne Wandstärken nur stark eingeschränkt darstellbar
- Anwendung:**
- Herstellung von dickwandigen Bauteilen
 - Herstellung von Prototypen mit geringen Ansprüchen an die Oberflächenqualitäten



- Prinzipien (z.B.):**
- Stratasys (FDM)
 - Envisiontec (DLP – Digital Light Processing)
 - Z-Corp. (InkJet)
 - Objet (PolyJet)

- Vorteile:**
- Geräte können wie Netzwerkdrucker in Büroumgebung betrieben werden
 - leise, saubere Technologien
 - Low-Cost-Bereich

- Nachteile:**
- teilweise Materialeigenschaften
 - Oberflächenqualität

Anwendung: Konzeptmodelle in einer frühen Phase der Entwicklung

Während STL, SLS und FDM bei externen Dienstleistern oder in zentralen Musterbau-Abteilungen angesiedelt sind, sind 3D-Printer gedacht als Hilfsmittel für Konstrukteure, Designelemente schnell zu vergegenständlichen.

AM-Modelle, richtig eingesetzt, sparen Zeit und Kosten



sander
kunststofftechnik

Vorteile:

- erste Musterteile in 1 bis 2 Tagen
- Vermeidung von Fehlern aufgrund frühzeitig verfügbarer Anschauungsmodelle (präventive Qualitätssicherung)
- Prototypen für Versuch / Erprobung, Montage- und Akzeptanzuntersuchungen bereits im Entwicklungsstadium verfügbar
- frühzeitige Optimierung von Funktion, Design und Ergonomie möglich
- Überprüfung auf fertigungsgerechte Gestaltung
- Erzielung günstigerer Werkzeugangebote durch bessere Visualisierung im Angebotsverfahren
- Frühzeitige Marktrecherchen möglich durch Verwendung von seriennahen Präsentationsmustern
- Rapid Manufacturing

Nachteile:

- Nur eingeschränkte Vergleichbarkeit mit späterem Serienteil hinsichtlich
 - Materialeigenschaften
 - Oberflächengüte
 - Genauigkeiten

Nachfolgeverfahren des Additive Manufacturing



sander
kunststofftechnik

Nachbearbeitung des Modells

Verbesserung der Modelleigenschaften

Metallisieren

Polieren

Lackieren

Infiltrieren

Änderung elektr.
+ opt. Eigen-
schaften der
Oberfläche

Verbesserung der
Oberfläche

Auffüllen
prinzipbedingter
Porositäten zur
- Erhöhung der
Festigkeit
- Erhöhung der
Dichtheit

Abformen

Herstellung größerer
Stückzahlen
Erweiterung der
Materialpalette

Vakuummuss

RIM

Sandguss

seriennahe Kunststoffe

Kleinserien
2 bis ca. 200
Stück

Kleinserien
ca. 50 bis ca.
1000 Stück

Abgießen

Erweiterung der
Materialpalette

Feinguss

serienidentische Metalle
auch mit hohem Schmelzpunkt

Vakuumgießen für „kleinere“ Losgrößen



sander
kunststofftechnik

- Prinzip:**
- mittels eines Urmodells wird eine Silikonform gefertigt
 - Teile werden aus PU-Vakuumgießharzen unter Vakuum hergestellt
- Vorteile:**
- kostengünstige und kurzfristige Formerstellung
 - leichte Entformbarkeit
 - hohe Vervielfältigungsgenauigkeit
 - Einbindung von Norm- und Formteilen
 - breite Materialvielfalt
- Nachteile:**
- Standzeit von „nur“ ca. 20 Abgüssen
 - keine technischen Kunststoffe verwendbar
- Parameter:**
- typische max. Abmessungen 900 x 600 x 750 mm³
- Anwendung:**
- Vervielfältigung von RP-Modellen als
 - Ergonomiemuster
 - Funktionsmuster
 - Montagemuster
 - Marketingmuster
 - Kleinserienteile
 - typische Stückzahlen: 2 bis 200 Stück



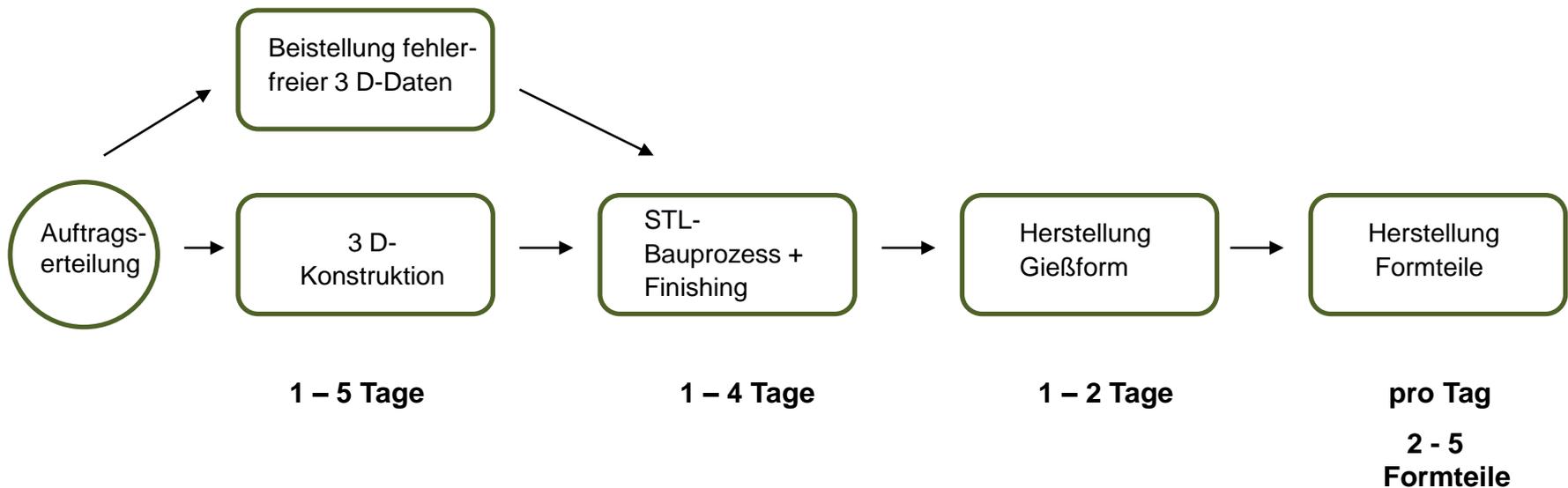
Reaction Injection Moulding

- Prinzip:**
- Niederdruckspritzverfahren
 - PU-Materialien härten in Form innerhalb weniger Minuten aus
- Vorteile:**
- Niedrige Werkzeugkosten aufgrund geringer Zuhaltekräfte sowie kurzer Zykluszeiten
 - gute Oberflächenqualitäten
 - Realisierung von Wandstärkensprüngen
 - problemlose Integration von Einlegeteilen und Verstärkungsmaterialien
- Nachteile:**
- keine technischen Kunststoffe verwendbar
- Anwendung:**
- Vervielfältigung von RP-Modellen als
 - Kleinserienteile
 - Funktionsmuster
 - für schlagzähe Gehäuse, Blenden, Abdeckungen etc.
 - Stückzahlen von ca. 50 bis 1000 Stück
 - mittlere bis große Teilegrößen

Gießteile sind innerhalb einer Woche beim Kunden



sander
kunststofftechnik



Günstigster Fall: 4 Arbeitstage bis Auslieferung des Erstmusters

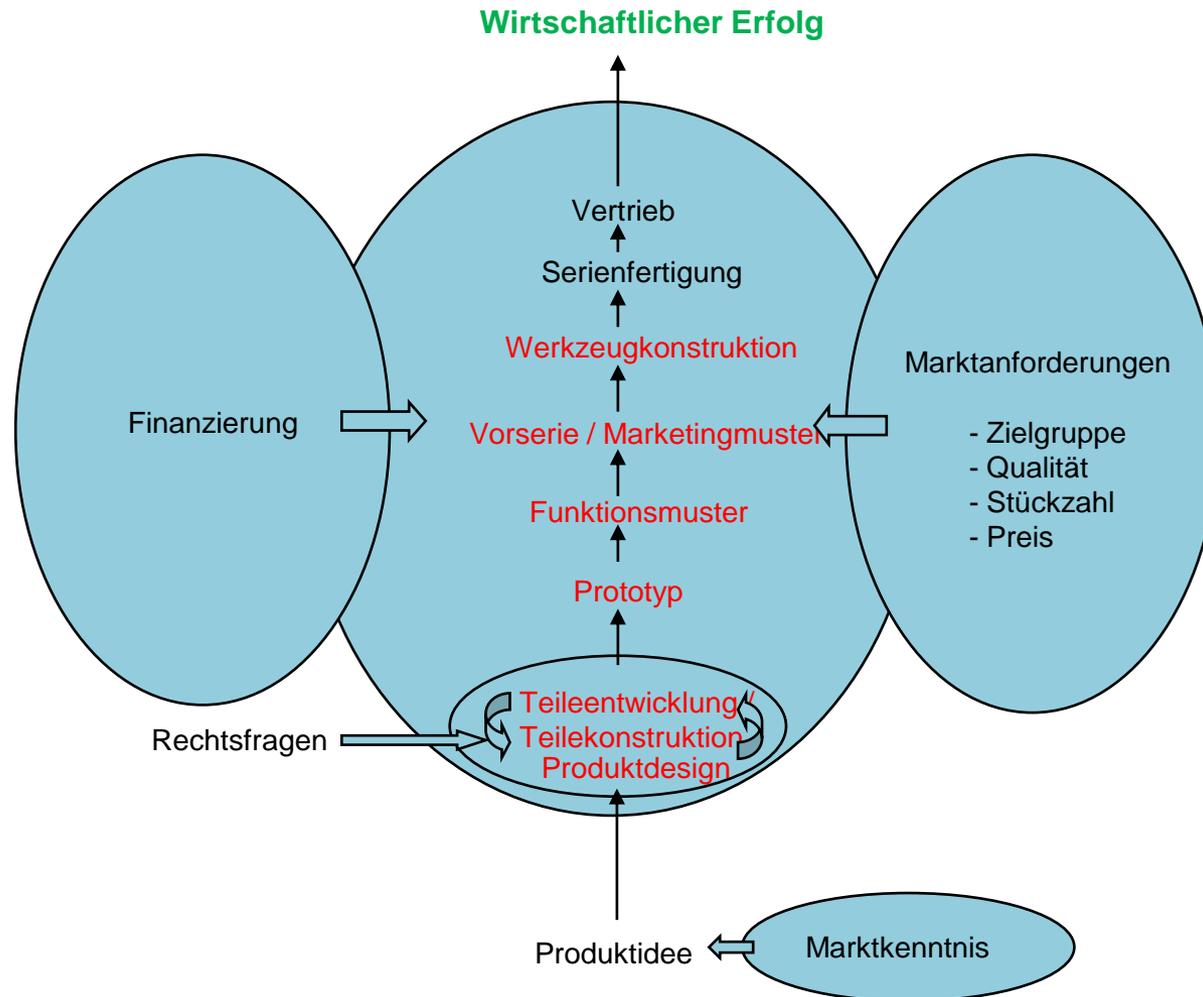


Normalfall für durchschnittl. Teil: 5 Arbeitstage bis Auslieferung des Erstmusters

Rapid Prototyping und der Produktentwicklungsprozess



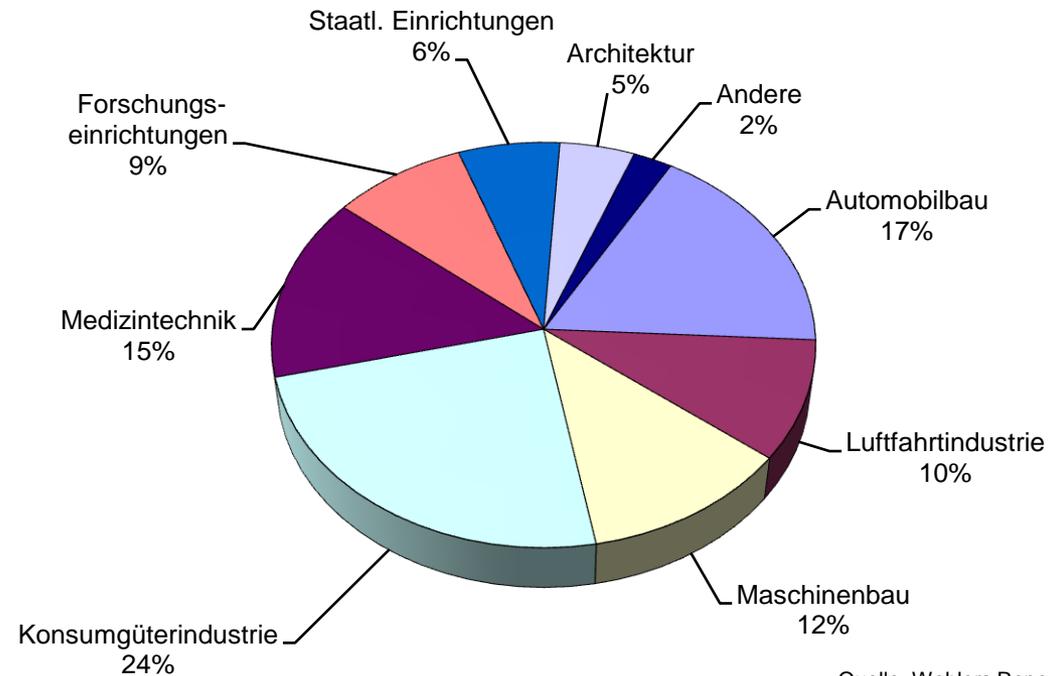
sander
kunststofftechnik



Branchen, die AM einsetzen



sander
kunststofftechnik

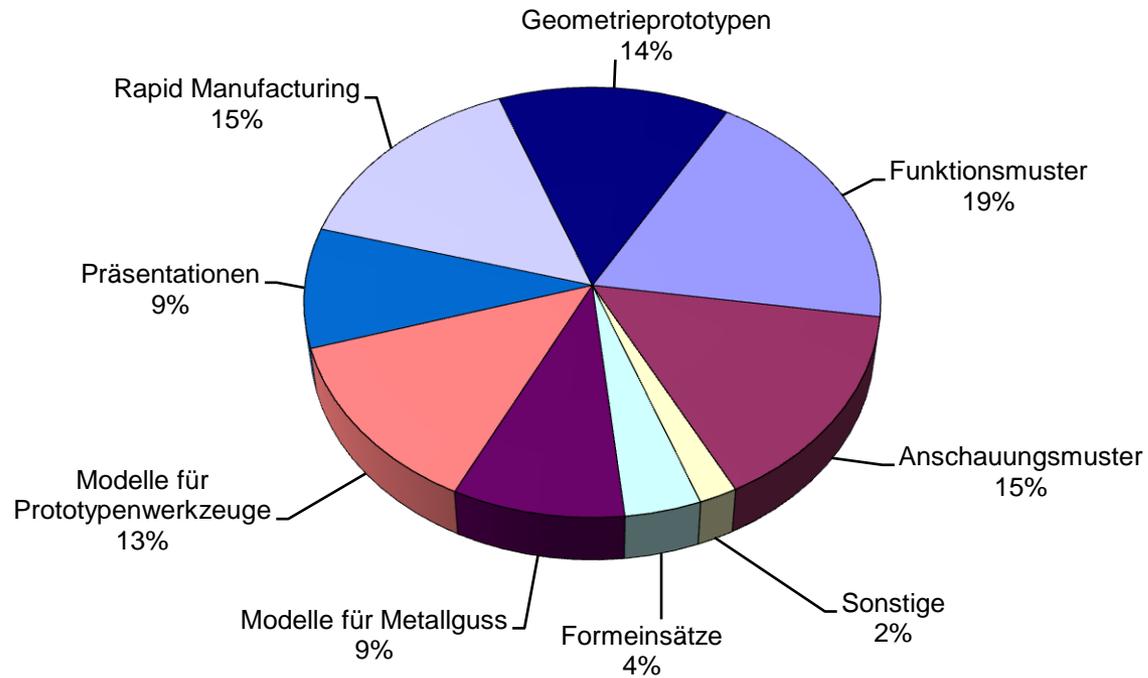


Quelle: Wohlers Report 2010

Anwendungsgebiete von AM



sander
kunststofftechnik





Wozu?



Kunststoffe „arbeiten“

- sie ändern Ihre Materialeigenschaften

Spritzguss ist ein thermischer Prozess

- unterliegt der Materialschrumpfung



Einfluss auf:

- ❖ Maßhaltigkeit
- ❖ Verzug
- ❖ Tolerierung
- ❖ Funktionalität
- ❖ Optik

14 Gestaltungsrichtlinien



sander
kunststofftechnik

➤ kunststoffgerecht:

- Wanddicke so dünn wie möglich wählen
- gleiche Wanddicken vorsehen
- Masseanhäufungen vermeiden
- ebene Flächen vermeiden
- beanspruchungsgerechte Konstruktion, z.B. Gewinde

➤ spritzgussgerecht:

- Ecken und Kanten mit Radien versehen
- Rippen fertigungsgerecht gestalten (Wanddicke, Größe, Konizität etc.)
- ausreichende Konizität vorsehen
- Hinterschneidungen vermeiden für einfache Entformbarkeit
- keine genauere Bearbeitung als nötig
- Kunststoff-Metall-Verbunde spannungsausgleichend gestalten
- Position des Angusses bei der Formteilgestaltung beachten
- Löcher und Auskernungen kunststoffgerecht gestalten
- Formteile verfahrensgerecht gestalten, z.B. zweckmäßige Werkzeugtrennlinie festlegen
- das Potential der freien Formgebung ausnutzen



sander
kunststofftechnik

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Dr. Raik Hamann
Leiter Vertrieb**

michael sander kunststofftechnik gmbh

Pforzheimer Str. 29
01189 Dresden

Tel.: +49 (0)351 3401185
Fax: +49 (0)351 3401186