

Innovationsforum Rapid Prototyping - 07. / 08. Mai 2008 in Merseburg

Inhalt:

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Trends und Entwicklungspotenziale bei generativen Rapid-Technologien

Innovationsforum Rapid Prototyping
Merseburg, 07. / 08. Mai 2008

Dr.-Ing. Rudolf Meyer
Fraunhofer-Allianz Rapid Prototyping – Koordination
Magdeburg

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg
Tel.: 0391-4090 510
Fax.: 0391-4090 512
Email: meyer@iff.fraunhofer.de



Euro-uRapid2008
Berlin:
September 23-24, 2008

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Fraunhofer-Allianz Rapid Prototyping

Ziele und Aufgaben

- **Gemeinsame Forschung & Entwicklung** zu Rapid-Technologien und Prozessen im Rahmen nationaler und internationaler Projekte
- **Unabhängige Beratung** und **strategische Entscheidungsunterstützung**
- **Betriebliche Auswahl & Bewertung** moderner Rapid-Prozesse
- **Machbarkeitstest** und **Charakteristik** von Rapid-Prozessen
- **Einführung, Anpassung und Optimierung** fortgeschrittener Rapid-Technologien und Prozesse
- **Weiterbildung** und **Qualifizierung** betrieblicher Mitarbeiter
- **Know-how-Transfer**, Eventangebote und WEB-Plattformen (z.B. Euro-uRapid)



Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

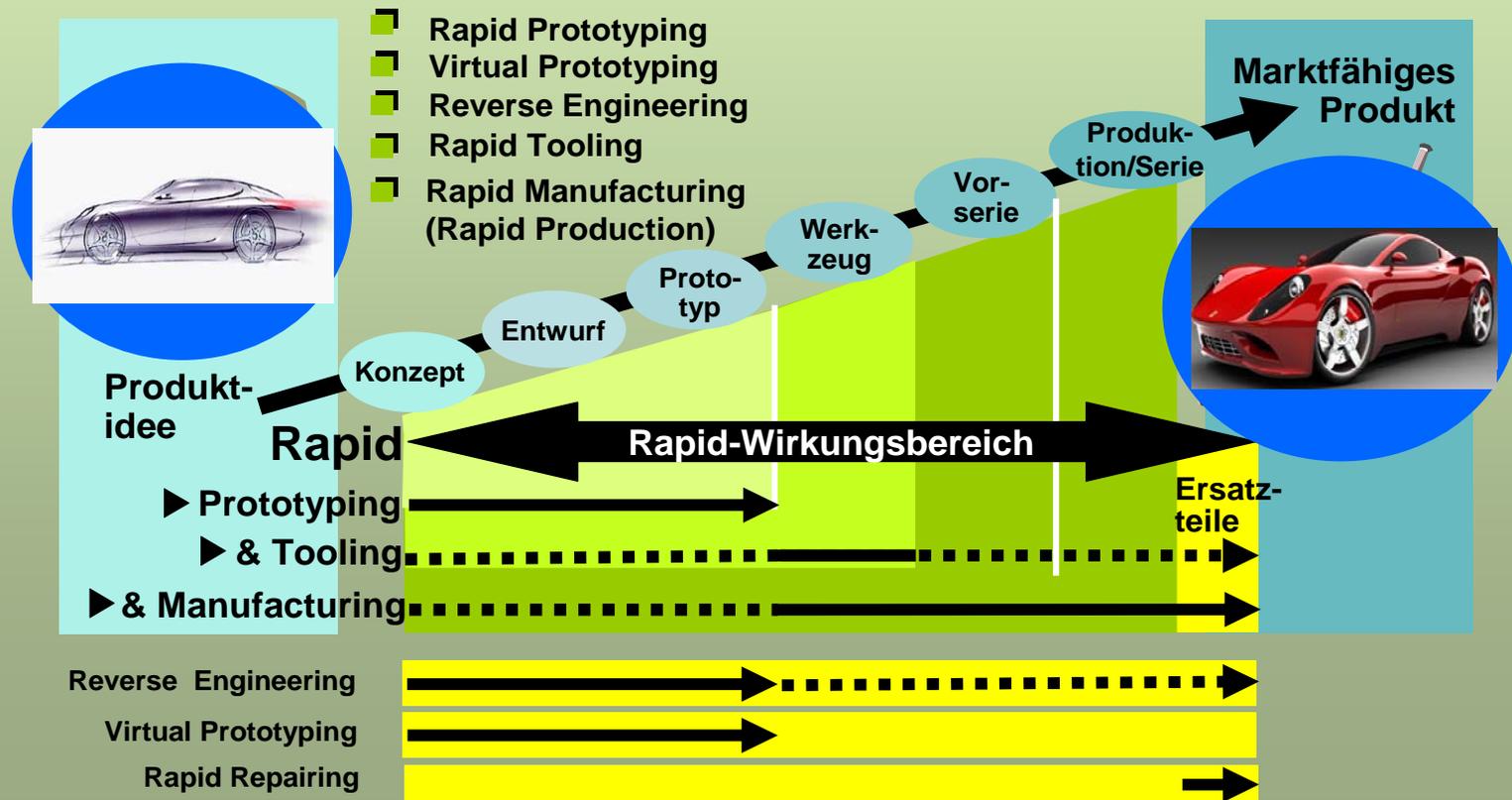
Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Rapid-Konzepte und Wirkungsbereiche

- Verfahren/Prozesse für **Fertigung** von **Bauteilen** und **Werkzeugen**
- Fortschreitender **Materialaufbau (generativ)**
- Vorrichtungs- und Werkzeuglose** Fertigung
- Weitgehende **Aufhebung konstruktiver/technologischer Gestaltungsgrenzen**



Rapid-Anwendungsschwerpunkte im Vergleich (Jahre 2000 und 2005)

Einführung

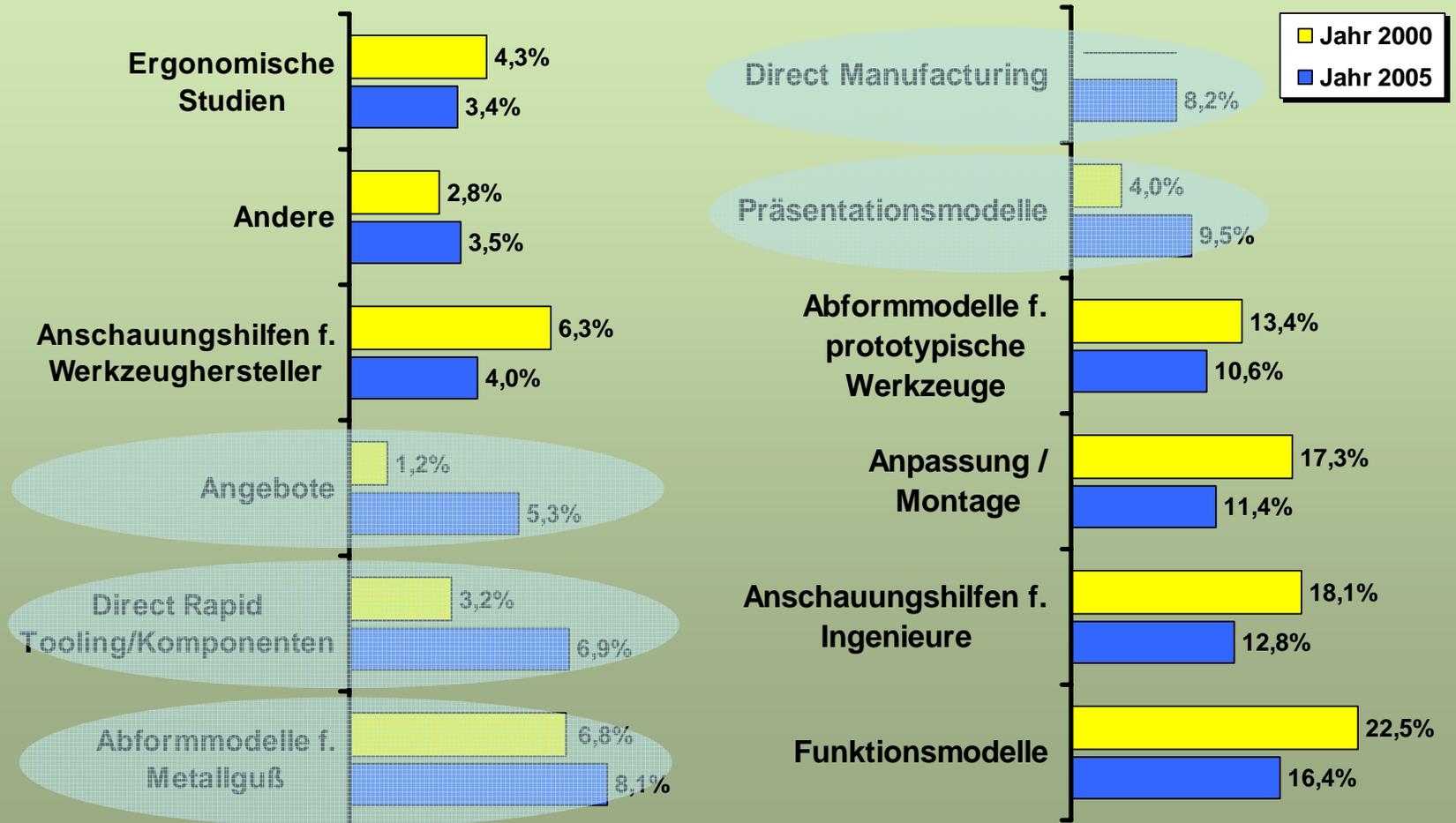
Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee



Quelle: Wohlers 2000 und 2005

Einführung

Rapid –
Heute

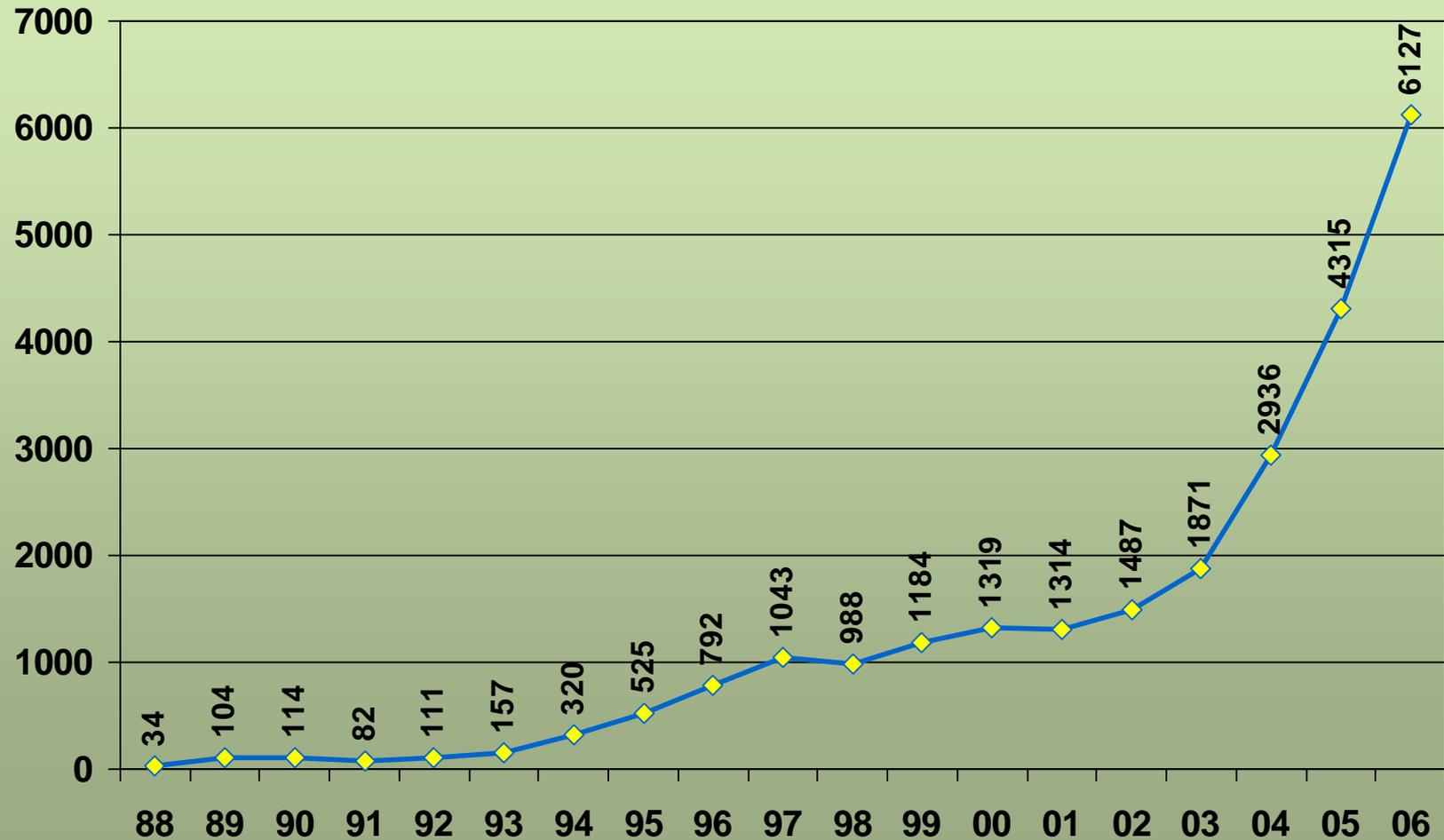
Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Verkauf von Rapid-Systemen - weltweit



Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

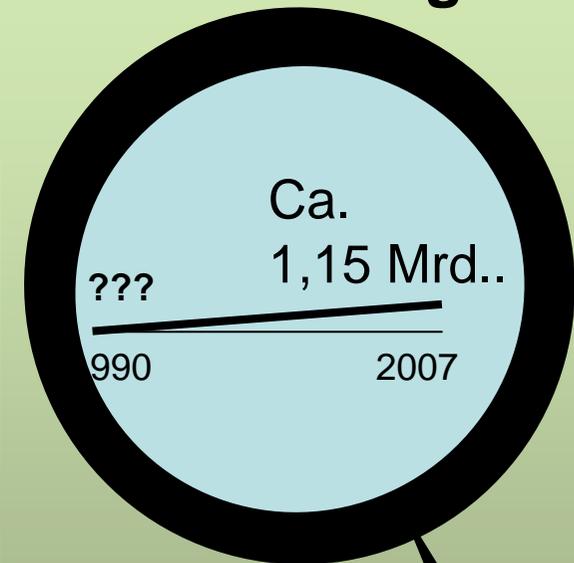
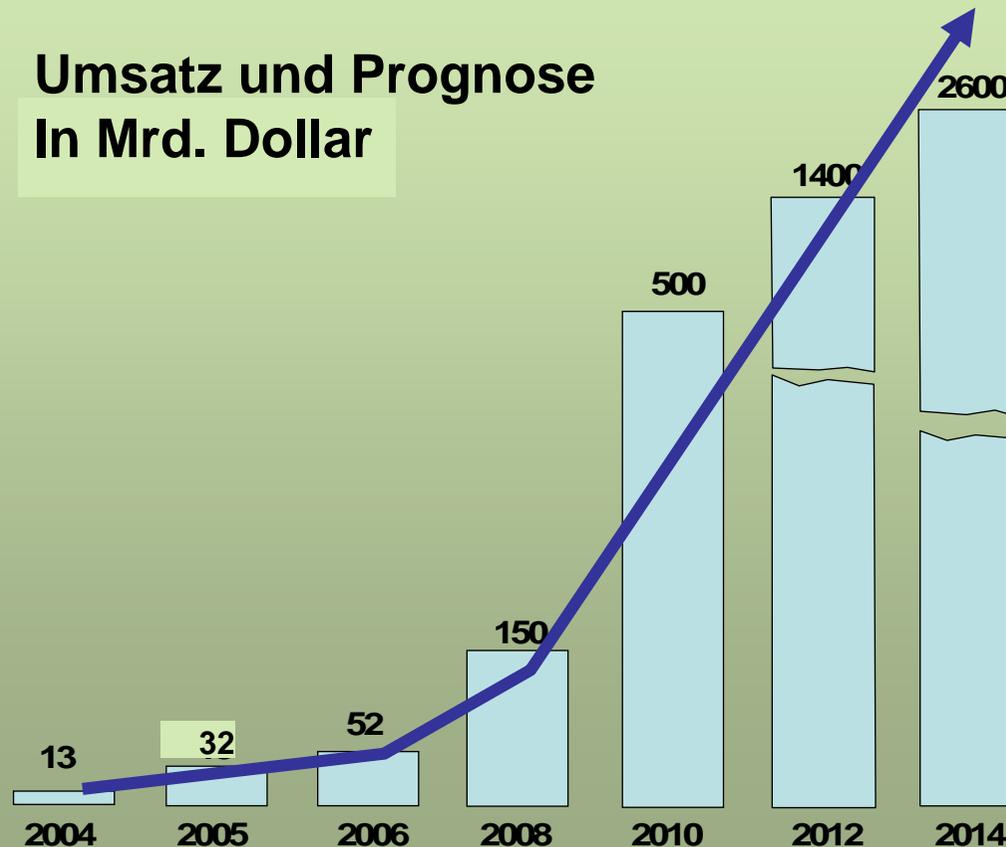
Resümee

Weltweite Umsätze: Rapid & Nano

NANO-Technologien

RAPID-Technologien

Umsatz und Prognose In Mrd. Dollar



Stärken und Schwächen von Rapid-Technologien

Rapid-Technologien

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Vorteile

- Kürzester Weg vom Daten- zum Körpermodell
- Hohe Aussagekraft im Vergleich zu Zeichnungen
- Kein Spannmittel-/Vorrichtungseinsatz
- Wegfall von formgebundenen Werkzeugen
- Fertigung weitgehend frei von Form-/Gestalts-Restriktionen (hohe Kompliziert-/heit/Komplexität möglich)
- Weitgehend bedienfreier Funktionsbetrieb
- Prozeßstufenreduktion
- Funktions- und Produktintegration

Nachteile

- Einschränkungen bezgl. erreichbarer Oberflächengüte
- Grenzen bezgl. Maßgenauigkeit
- Eingeschränkte Produktabmessungen
- Schlecht kalkulierb./simulierbares thermo-physikalisches Verhalten
- Erhebliche Defizite bzgl. Abbildung der Zielwerkstoff-Vielfalt
- Beschränkte werkstoffliche Ergebnisübertragung auf Serienbedingungen
- Mangel an „Direct“-Rapid Prozessen
- z.T. hohe Postprocessing- bzw. Finishing-Aufwände
- z.T. hohe Anschaffungs-/Wartungskosten

Rapid-Technologien - Erwartungen von Unternehmen

Einführung

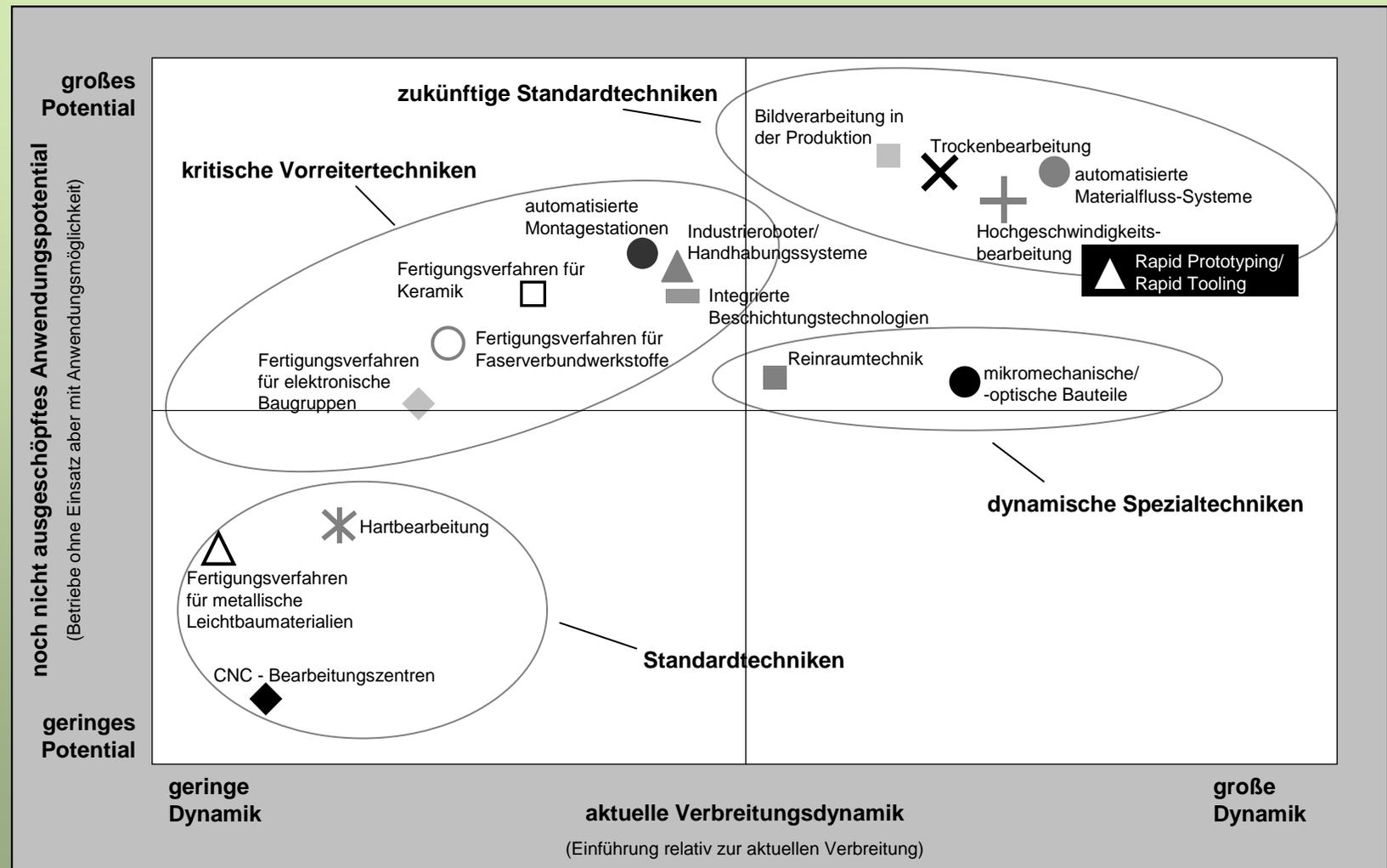
Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee



Quelle: Fraunhofer ISI

Strategische Entwicklungsziele von RP-Technologien

Einführung

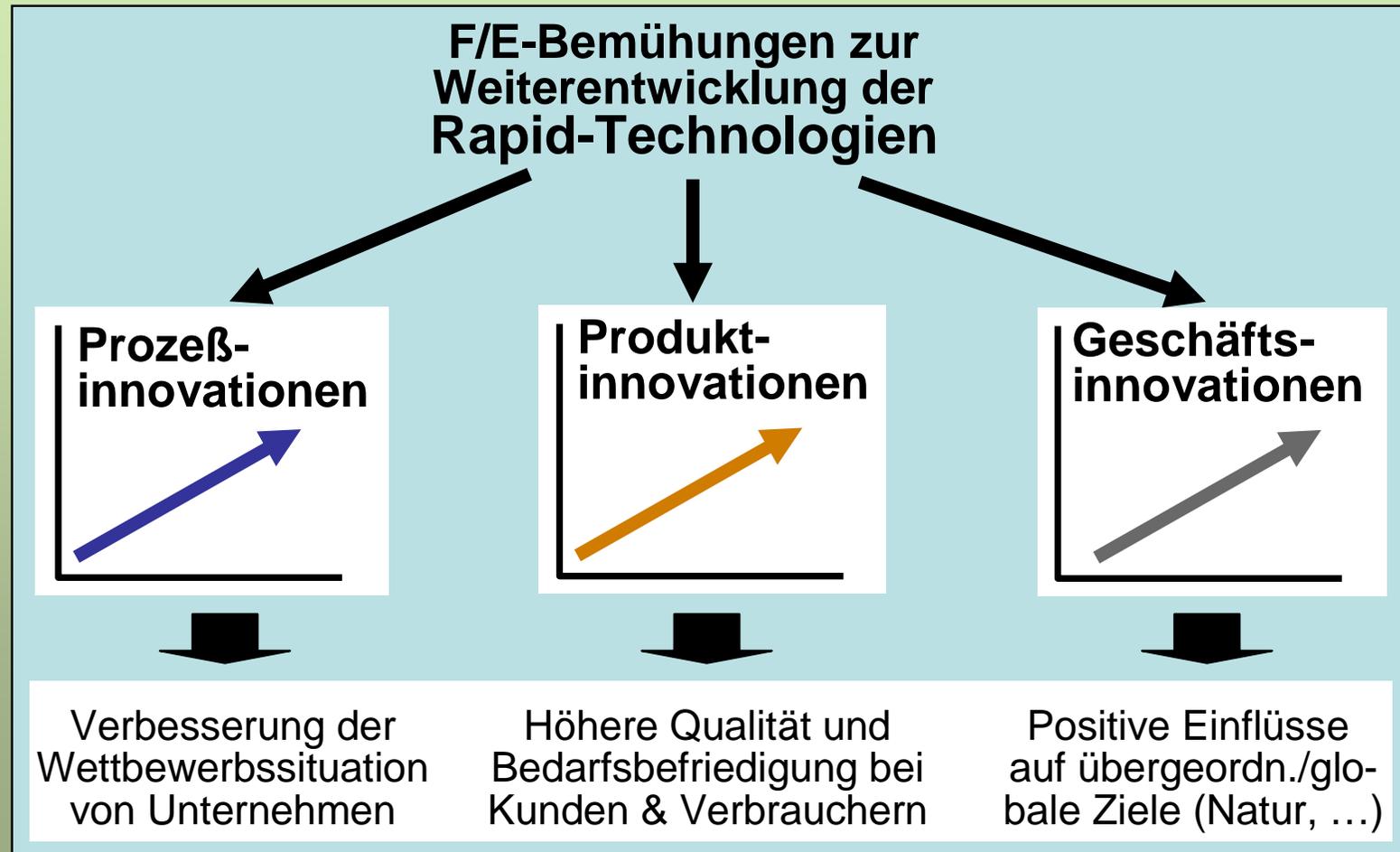
Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee



Einführung

Rapid –
Heute

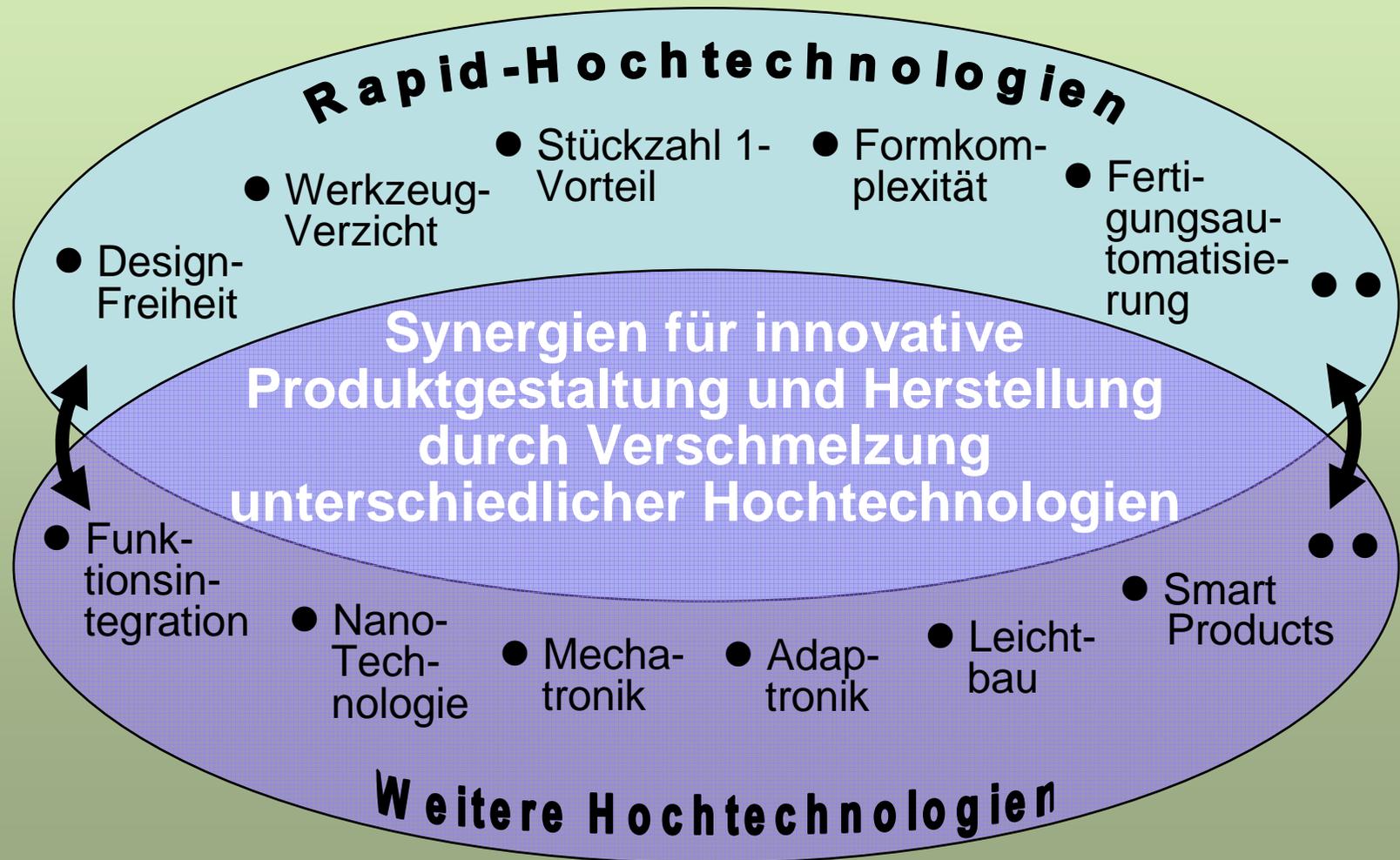
Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Strategischer Entwicklungsansatz – Rapid + Hochtechnologien



Strategische Entwicklungsziele – Rapid-Materialien *Aus Sicht der EU-Rapid Manufacturing-Plattform Brüssel*

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Forschungsgegenstand	Jahr 1 - 5	Jahr 6 -10
Weiterentwicklung des Grundwissens	15%	20%
Ausdehnung des Materialspektrums	30%	30%
Verbesserung von Produktqualität, Prozesssicherheit und Reproduzierbarkeit	30%	25%
Verbesserung der Effizienz von Technologien, die auf RM basieren	15%	15%
Intensivierung der Nutzung von RM Technologien durch die Industrie	10%	10%
Total	100%	100%

Quelle: EU-RM/SRA

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Strategische Entwicklungsziele – Rapid-Prozesse

Aus Sicht der EU-Rapid Manufacturing-Plattform Brüssel

Forschungsgegenstand	Jahr 1 - 5	Jahr 6 -10
Fortschrittliche Prozesssteuerung	25%	25%
Entwicklung von geeigneten RM Maschinen	40%	25%
Multimaterial-Verarbeitung	30%	35%
Cross cutting issues/ Querschneidungsproblematik(?)	5%	15%
Total	100%	100%

Quelle: EU-RM/SRA

Strategische Entwicklungsziele – Rapid for Design *Aus Sicht der EU-Rapid Manufacturing-Plattform Brüssel*

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Forschungsgegenstand	Jahr1 - 5	Jahr 6 -10
CAD für funktionale Gradient-Werkstoffe	5%	15%
CAD Systeme mit Hybridkernen	15%	15%
Software mit Oberflächenbeschaffenheitskompetenzen	10%	10%
Topologische Optimierungswerkzeuge	25%	20%
Virtuelle Tests - FEA	10%	15%
Versorgungsketten / Kalkulationsschlüssel	5%	5%
Daten zu Materialeigenschaften	10%	5%
Datenerfassung	10%	10%
Überwachte Porosität/Mikrostruktur	10%	10%
Total	100%	100%

Quelle: EU-RM/SRA

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Strategische Entwicklungsziele – Rapid Geschäftsentwicklung

Aus Sicht der EU-Rapid Manufacturing-Plattform Brüssel

Forschungsgegenstand	Jahr 1 - 5	Jahr 6 -10
Geschäftsprozess- / Versorgungskettenmodellierung	20%	5%
Qualitätsstandard	30%	20%
Versorgungskettenintegrierungsmethodik	10%	10%
Technologiebestätigungsprotokolle	25%	10%
Zuverlässigkeits-/ Virtuelle Erprobung	10%	25%
Programmentwicklungssysteme / ERP Integrierung	5%	30%
Total	100%	100%

Quelle: EU-RM/SRA

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

***EU-Mittelbedarf
für F/E-Rapid Manufacturing in nächsten 5 Jahren -
Aus Sicht der EU-Rapid Manufacturing-Plattform Brüssel***

Research Issue	Relative budget	Overall Budget
Business / Implementation of RM	12%	40 MEUR
Design for RM	30%	100 MEUR
RM Materials	30%	100 MEUR
RM Processes	27%	90 MEUR
Total	100%	330 MEUR

Quelle: EU-RM/SRA

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Rapid Prototyping für Prozeßsubstitutionen auch unter Serienfertigungsbedingungen

Anfang 2000er Jahre:

- Sohlenmodelle mit 2D CAD + Holz-/Schaummodellen
- Zeitdauer f. Prototypen ca. 1 Woche
- Kosten: ca. 1.200 \$ pro Prototyp

Ab 2005:

- Sohlen-Prototypen mit 3D P
- Kosten pro Sohlen-Prototyp: ca. 35 \$
- Herstellzeit: 90 Min.

Weiterer Vorteil:

- Reduzierung des gesamten Entwicklungszyklus von 3 auf 2 Wochen
- Kurzfristige Produktänderungen/
-optimierungen



Quelle: Timberland/USA

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Qualitätsverbesserung von Rapid-Produkten: Entwicklung effizienter Postprocessing-Techniken

Verbesserung von qualitativen Rapid-Produktmerkmalen:

- direkt: Verbesserte Verfahren, -bedingungen bzw. -parameter
- indirekt: Entwicklung von Postprocessing-Techniken, möglichst ohne kontur-/formgebundene Nachbearbeitung

Bsp.: Plasma-Polieren

Vorteile :

- Verbesserung von Oberflächengüte + Glanz
- Nutzung umweltfreundlicher Elektrolyte
- Einsatz bei komplexen Innen- und Außenstrukturen

Nachteile:

- Geringe Abtragleistung
- Zulässige geringe Teileabmessungen



Kenngrößenvergleich

Erzielbare R_a -Werte / Materialabtrag pro Minute

- Elektropolieren: $0,1 \mu\text{m} / 30 \mu\text{m min}^{-1}$
- Plasmapolieren: $0,03 \mu\text{m} / 2,5 \mu\text{m min}^{-1}$

Quelle: Beckmanninstitut

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Rapid-Applikationen für Material- und Prozeßsubstitutionen

Bsp:
Faserverstärkte Kunststoffe
im Motorsport



Quelle: CRP Technology

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

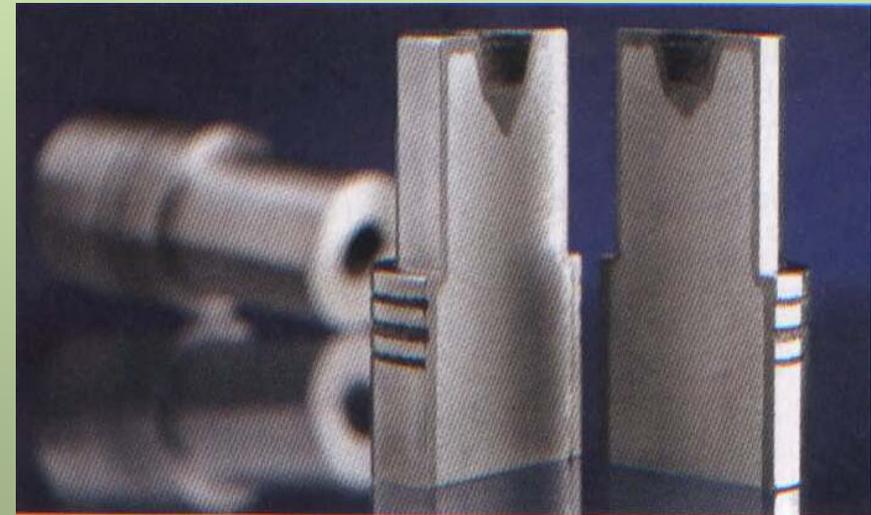
Rapid-Prozesse für adaptive Produkteigenschaften durch Verfahrenskombination: Rapid + Gießen

Erzeugung und Nutzung von Gradienten an Werkzeugeinsätzen

- Verschleißbeständige Schicht aus warmfestem Stahl als Außenhülle mit SLM
- Wärmeleitfähige Schicht aus Kupfer innen gegossen

Vorteile:

- Kombination verschiedener Wunsch-Eigenschaften
- gute Kühlwirkung, u.U. Verzicht auf Kühlkanäle



Quelle: Fraunhofer ILT

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

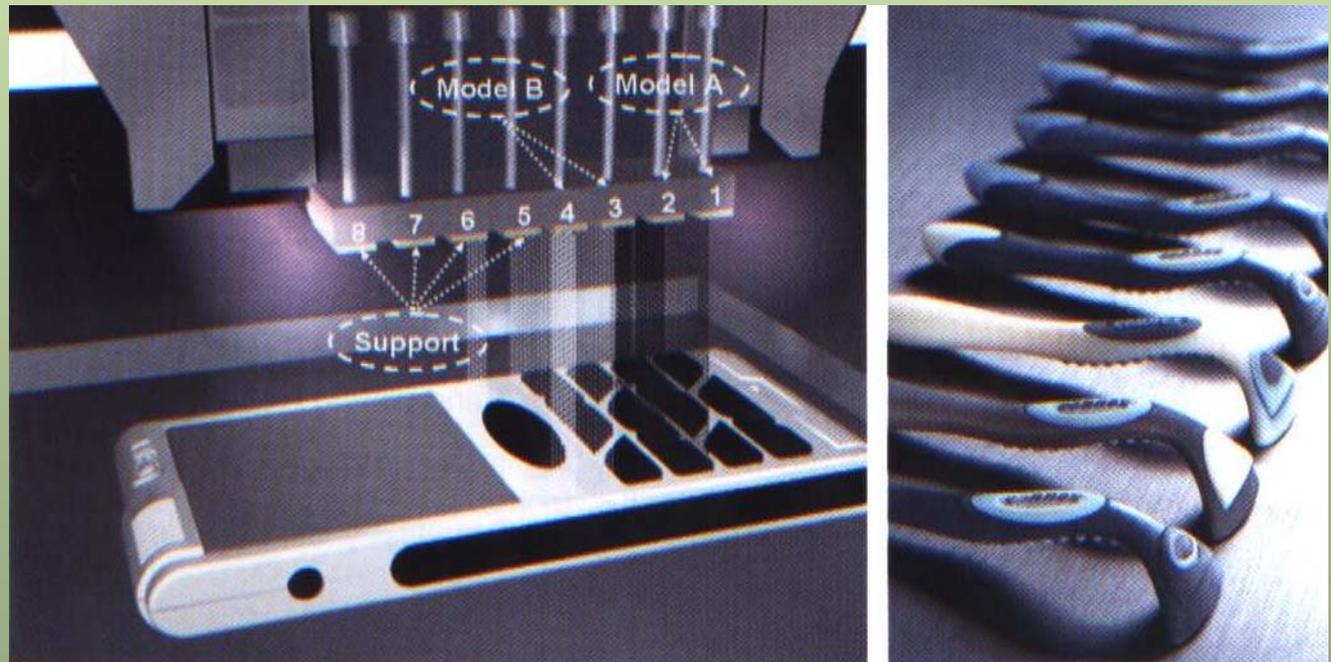
Direktes Rapid Manufacturing mit Gradienten-Generierung

Ziele:

- Gezielte Sprunghafte oder kontinuierliche Eigenschaftsänderungen
- Produkt- & Ressourcenoptimierung
- Adaptive Eigenschaftsausprägung „on demand“
- Prozeßoptimierung

Bsp.:

- 3D Printer von Objet (mit Multi-material-Handling)



Quelle: Objet

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

**Rapid –
Beispiele**

Resümee

Indirektes Rapid Manufacturing *= Rapid + Beschichten/Funktionalisieren*

Erweiterung von Rapid-Produkteigenschaftsprofilen

- direkt: Erweiterung von Rapid-Verfahrensangeboten und Eigenschaftsprofilen
- indirekt: Modifizierung von Produktmerkmalen durch anschließende zusätzliche Funktionalisierung

Bsp.: Metallisierung
von Kunststoffteilen
(Teil aus Autotür)

Effekte:

- Effizienter Rapid-Kunststoff-Prozeß
- verwertbare Metalleigenschaften



Quelle: Alphaform

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Direktes Rapid Manufacturing *- für Teilemodifikationen/Ersatzteile/Reparatur*

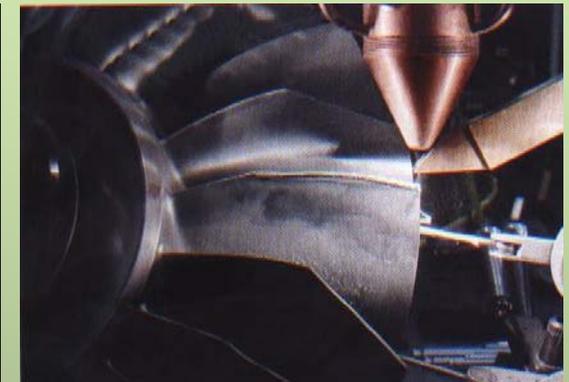
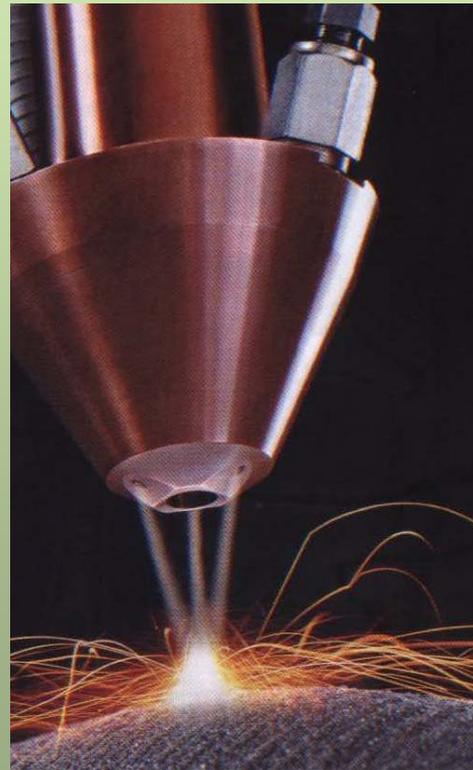
Bsp.: LMD – Laser Metal Deposition

Volumenauftrag für

- Oberflächenmodifikation
- Design-Änderungen
- Bearbeitungsfehler-/
- Verschleißkompensation

Effekte

- Hohe Qualität
(bezgl. Gefüge, Verzug,
Reproduzierbarkeit)
- Materialmischung
- Aufbauraten bis
300 cm³/h möglich
- extreme Kosteneinspa-
rung bei Blisks (integrier-
te Turbinenschaufeln)



Quelle: TRUMPF

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

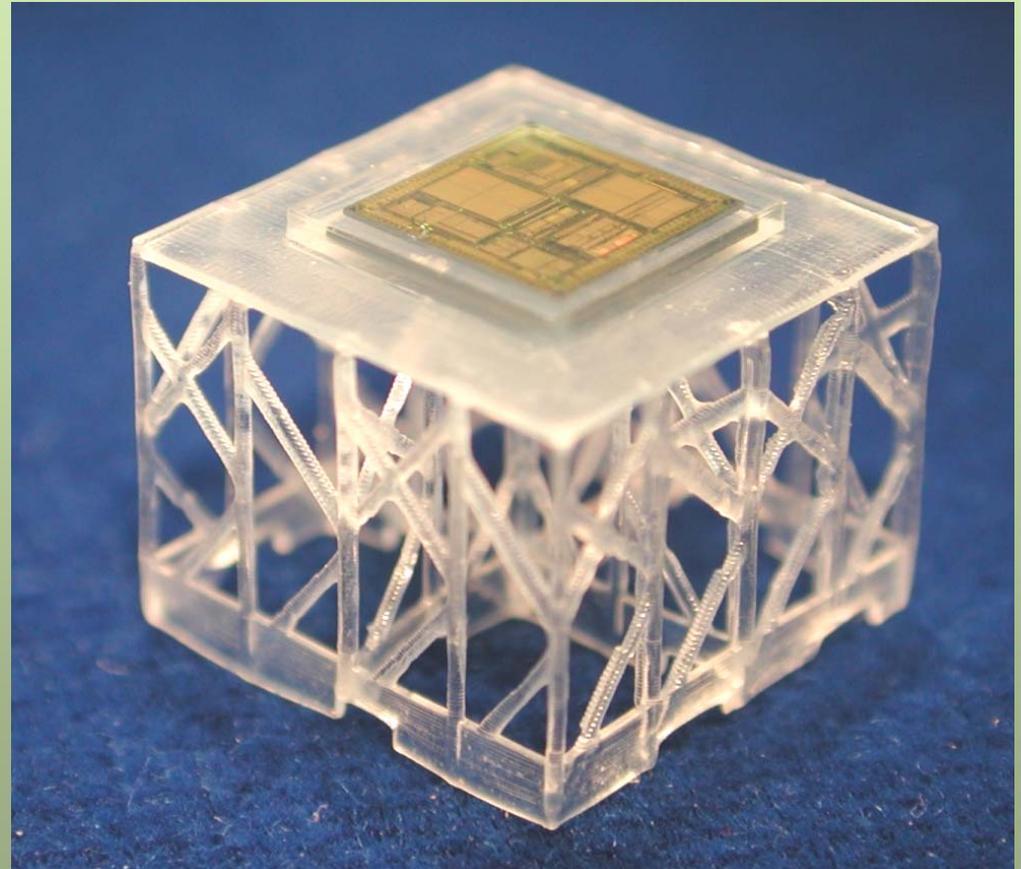
Rapid Manufacturing für multifunktionelle Teile

Ziele:

- Erhöhung der Funktionsdichte/Bauteil
- Vereinfachung von Bauteilstrukturen und Fertigungs-/Montagestrukturen
- Verknüpfung von mechanischen, informationellen, sensorischen u.a. Funktionen

Bsp.:

- Herstellung eines „embedded Systems“



Quelle: Fraunhofer IZM

Einführung

Rapid –
Heute

Rapid -
Erwartungen

Rapid - EU

Rapid –
Beispiele

Resümee

Resümee

- **Rapid-Technologien repräsentieren Nischen-Technologien mit Einsparungs-, Verbesserungs- und Innovationspotenzialen in allen wesentlichen Phasen der Produktentwicklung und -herstellung**
- **Maßgebliche Zukunftspotenziale von Rapid-Applikationen basieren auf dem Rapid Manufacturing/Tooling funktionsfähiger, einbaufertiger Bauteile/Werkzeuge sowie der flexiblen Produktindividualisierung und Ausprägung multimaterieller und multifunktionaler Eigenschaften in Verbindung mit adaptiven und intelligenten Produktfeatures**
- **Die Fraunhofer-Allianz Rapid Prototyping ist das größte F/E-Netzwerk für fortgeschrittene Rapid-Applikationen und unterstützt kmU bei der strategischen Auswahl sowie Entwicklung und ganzheitlichen Optimierung angepasster betrieblicher Rapid-Lösungen**