

Hochschule Merseburg (FH)

Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften

HOME
HOCHSCHULE
MERSEBURG™
University of
Applied Sciences

FACHBEREICH
INGENIEUR- UND
NATURWISSEN-
SCHAFTEN



**Forschungsvorhaben im
Bereich Rapid Prototyping**

Einsatz von BioPlastics in Rapid Prototyping Verfahren

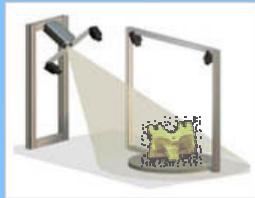
sowie

Humanoide Ersatzteile aus dem Drucker

Was ist Rapid Prototyping?

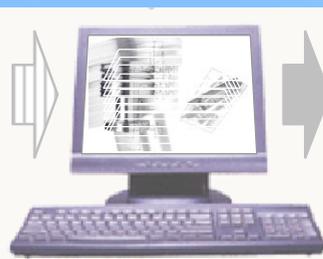
- Schichtweises generatives Verfahren zur Herstellung von Prototypen aus Metall oder KST mit 3D-Computerdaten ohne Werkzeug durch Phasenwechsel
- Konvertierung von 3D-Konstruktionsdaten, gescannten CT- oder MRT-Daten
- Zerteilung des Modells in Schichten und Berechnung der Verfahrswege
- Senden der Informationen an die Prototypenanlage
- Schichtweiser Aufbau des Prototypen von unten nach oben

3D-Scan



3D-CAD

Optional:
Aufnahmen von
3D-Daten am
realen Objekt



Zerlegen des
3D-Modells in
Schichten

Rapid Prototyping



- Aufbauendes Prototyping
 - 3D-Plotter (FDM)
 - Stereolithographie
 - Selektives Lasersintern

Folgetechnologien

Einsatz weiterer
Werkstoffe
- Kunststoff
- Metall
Vervielfältigen des
Musters (Rapid
Manufacturing)

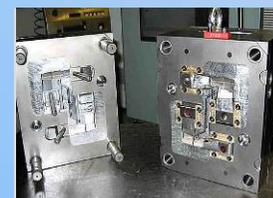


- Vakuumguß
- Formenherstellung (Rapid Tooling)

Serienproduktion

Prüfen der Eignung
und Optimierung
des Prototyps vor
der Herstellung
teurerer Werkzeuge

Kostengünstige
Herstellung von
Kleinserien ohne
Werkzeuge



- Spritzgießen
- Extrusion

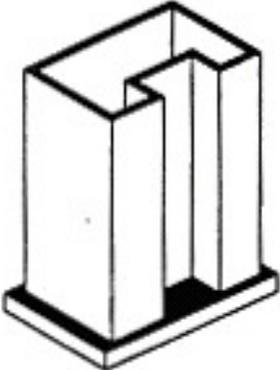
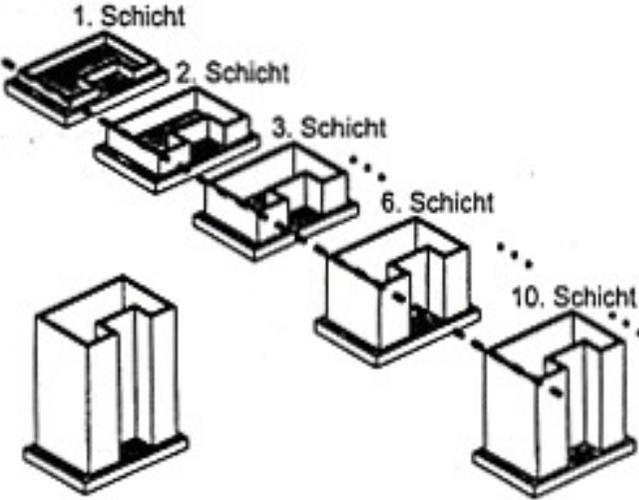
Beschichtung

Optional:
Eigenschafts-
verbesserung



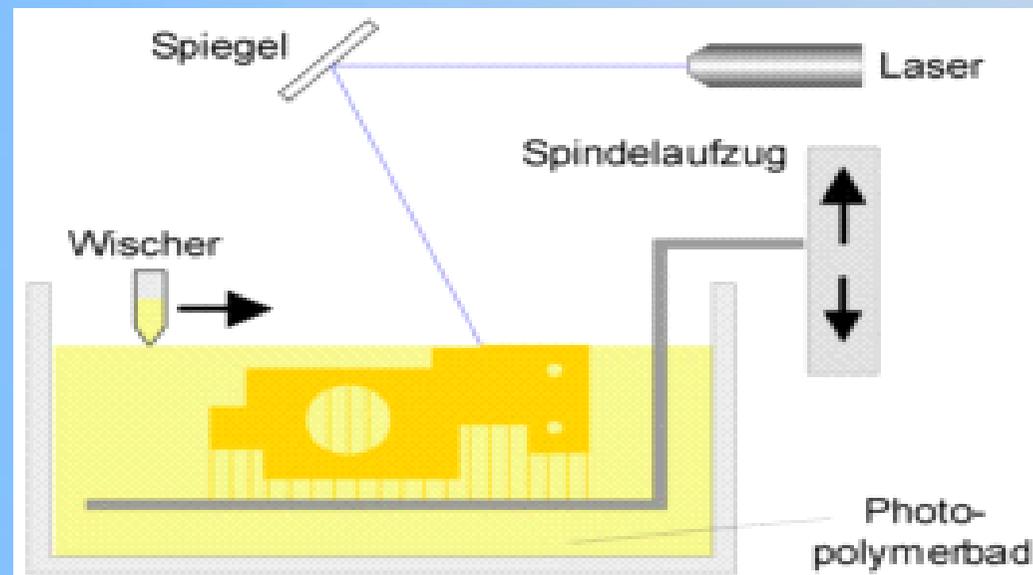
- Funktionelle Schichten
 - verschleißfest
 - bioverträglich
 - Nanobeschichtungen
 - Haptik / Optik

Das Verfahren generell

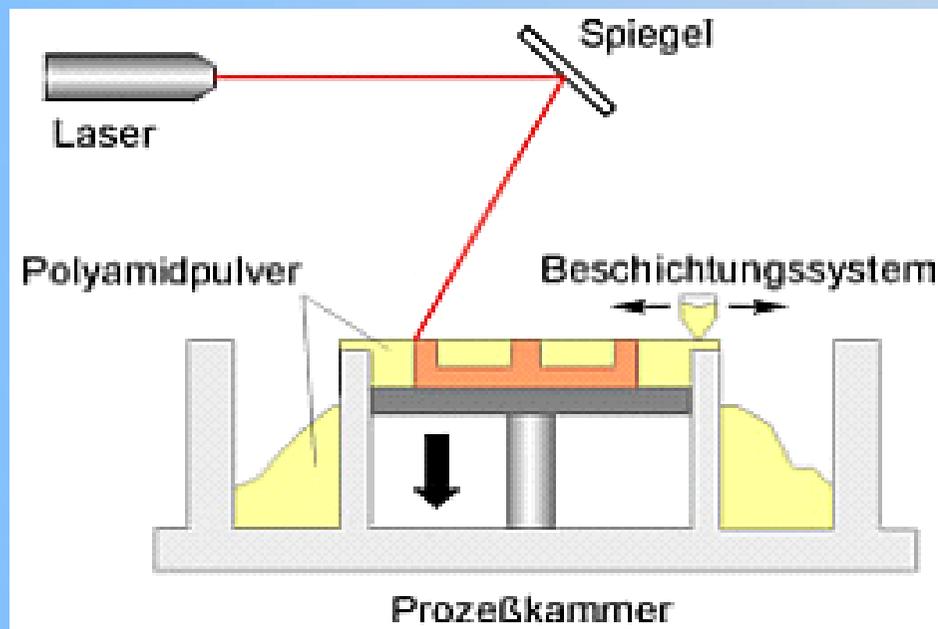
KONSTRUKTION	SLICEN	FERTIGEN
Geometriebeschreibung in 3D-CAD, volumen- oder flächenorientiert	Umwandeln der Teilebeschreibung in dünne Scheibchen	Sukzessives Herstellen des Teils aus seinen Scheibchen
 <p style="text-align: center;">Datenmodell</p>	 <p style="text-align: center;">Datenmodell</p>	 <p style="text-align: center;">Fertigteil</p>

Stereolithografie

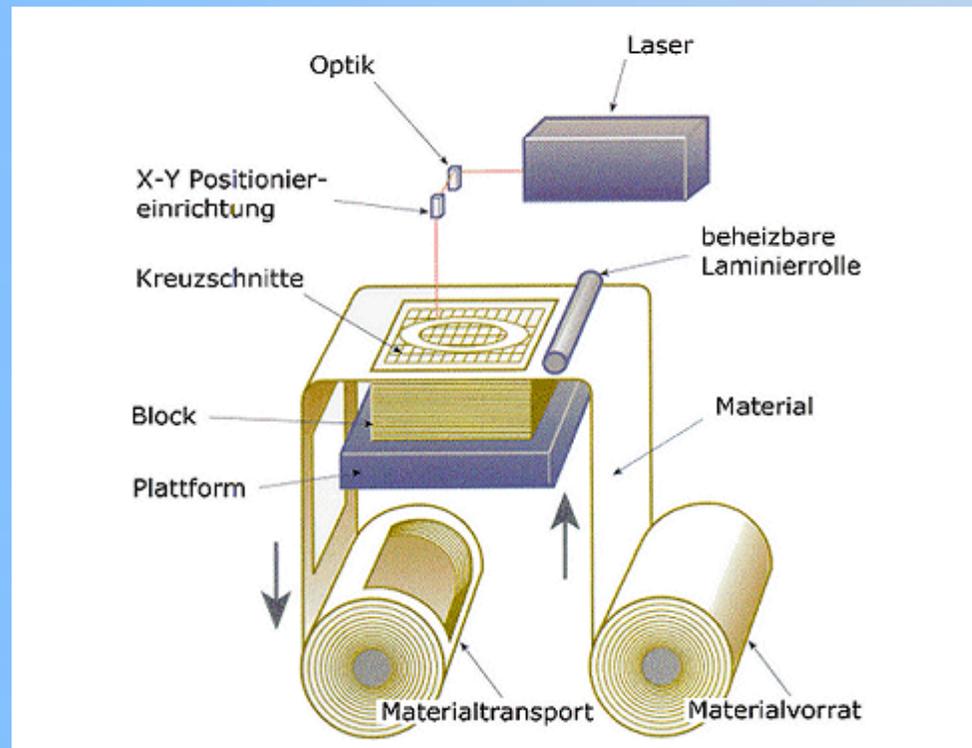
(SLA, StereoLithografie Apparatus)



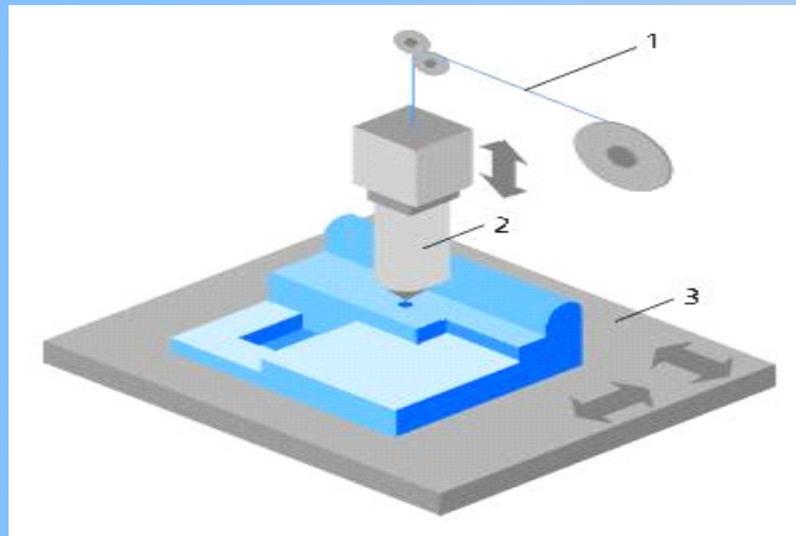
Selektives Lasersintern (SLS)



Laminated Object Modeling (LOM)

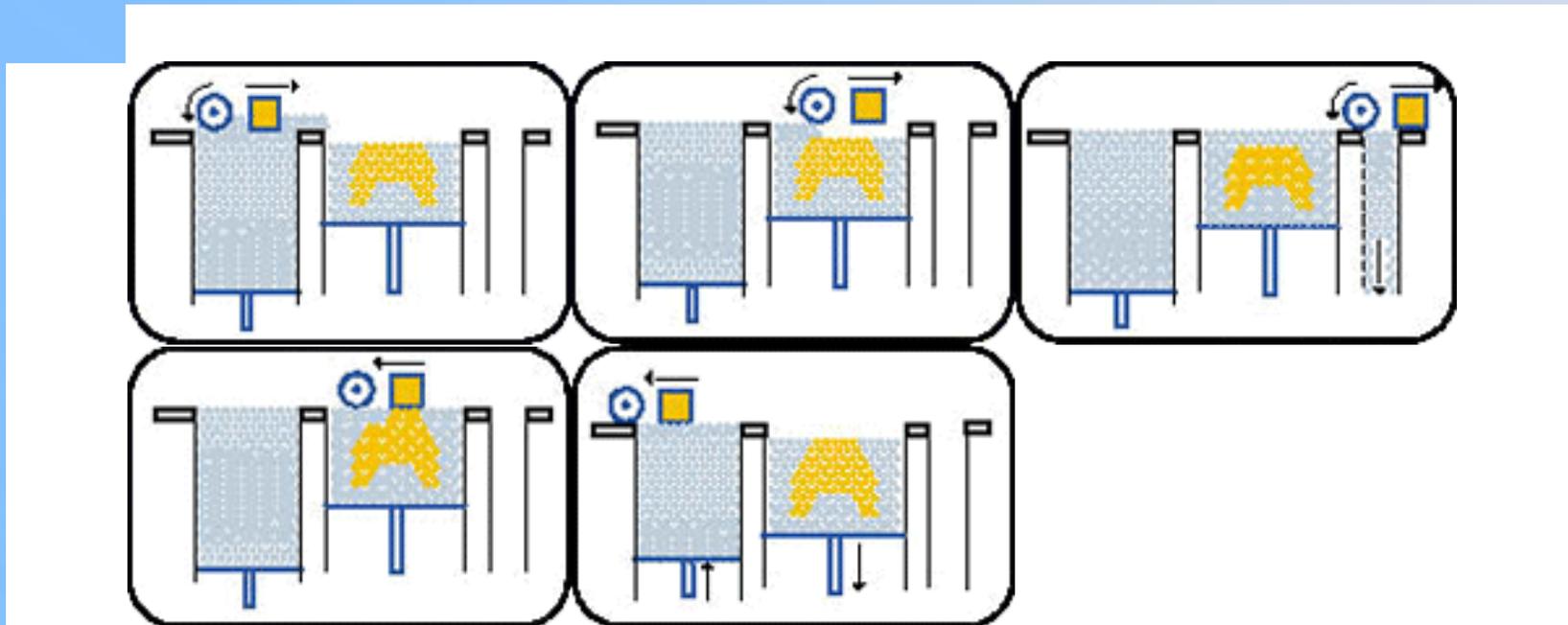


Fused Deposition Modeling (FDM)



- 1 Drahtzufuhr
- 2 Beheizter Düsenkopf
- 3 Unterlagen

3D Printing (3DP)



Verschieden Verfahren im Überblick

Name	Langform	Verfahren	Material
SLA	Stereolithographie Apparatus	UV-Laser härtet Polymer	Duromeres Harz
SLS	Selektives LaserSintern	Laser verschweißt Korngrenzen	Thermoplastisches Pulver 20-80 µm; PA , PS, Metalle, Croningsand
LOM	Laminated Object Modeling	Bahnen werden übereinander geklebt die Kontur wird mittels Laserstrahl ausgeschnitten	Papier und Kunststoffbahnen
FLM	Fused Layer Modeling	Ein thermoplastischer Draht wir in einem beheizten Zylinder aufgeschmolzen und aus einer Düse ausgepresst	Thermoplastischer Draht, ABS, PC, PSU
MJM	Multi Jet Modeling	Erhitze Materialien werden durch einen Druckkopf ausgedruckt	wachsartige Thermoplaste, Wachse
3DP	3D Printing	Auf eine Pulverschicht wird ein Binder aufgetragen	Gips, Cellulosepulver, Keramik; Metalle

Die RP-Ausstattung der HS Merseburg:

- Rapid Prototyping Systeme: Genisys, FDM 1600 und Dimension SST, Fa. Stratasys, in Deutschland vertreten durch Fa. Alphacam GmbH, Schorndorf
- Vakuumgießanlage, Fa. MCP HEK
- Metallgießanlage, Fa. MCP HEK
- Mehrkomponenten-Dosier- und Mischanlage, Fa. RESPECTA
- Mehrachsfräsmaschine mit CNC-Programmiersystem

In Planung:

- GFK/CFK Labor (mit Tränkanlage, Vakuumanlage, Tempereinrichtung, Beschneidanlage)
- Reverse Engineering (Flächenrückführung von Modellen)

WARUM BioPlastics?

ISTZUSTAND:

Endlichkeit der fossilen Rohstoffe

→ Das Ölzeitalter neigt sich seinem Ende zu!

(Quelle: FOCUS Online Nr. 30/08)

ALTERNATIVEN:

BioPlastics:

- sind Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen mit interessanten Werkstoffeigenschaften
- führen zu einer deutlichen Verminderung des CO₂-Ausstoßes



Quelle: Greenlight Surfboard Supply

BioPlastics

... sind Kunststoffe, die auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen erzeugt werden.

Herstellung:

- Pflanzlicher Ursprung: Stärke, Polymilchsäure, Cellulose, Lignin, Glukose
- Durch Mikroorganismen: PHB, PHV
- Tierischer Ursprung: Chitin, Collagen, Proteine

Anwendung:

1. kurzlebige Produkte: Verpackungssektor, Cateringprodukte, Produkte für den Garten- und Landschaftsbau, Materialien für den medizinischen Bereich
2. Trend geht zu langlebigen Produkten: Konsumgüterindustrie, Automobilindustrie

- Biobasierte Kunststoffe werden bereits heute in Produkten eingesetzt
 - Landwirtschaftliche Folien
 - Verpackungen
 - Einweggeschirr
 - Urnen
- ... aber bisher kaum in langlebigen Wirtschaftsgütern

Service - Verpackungen

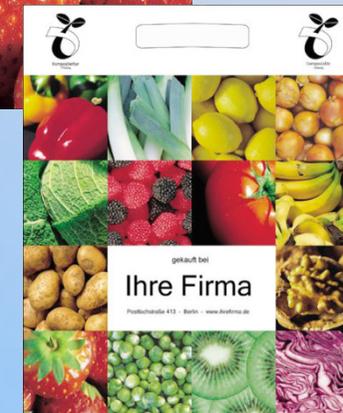
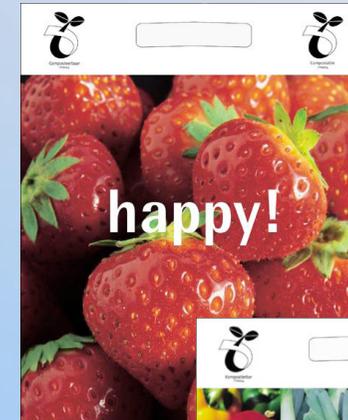
Foto 01



Foto 02



Kompostierbare Tragetaschen auf Basis von Pflanzenstärke lassen sich auch zur Sammlung für den im Haushalt anfallenden Bioabfall nutzen hygienisch, geruchsfrei und praktisch. Den Doppelnutzen schätzen Verbraucher hoch ein. Hier: Muster der dm-Drogeriemärkte (noch nicht im Einsatz); Heute zahlreiche Anwender in Europa (Supermärkte)
Fotos: BASF (01, 02)



Lecker! Attraktiv bedruckte Tragetaschen aus Maisstärke sind auch schon in kleineren Stückzahlen erhältlich. Ihr Design macht den Mehrpreis der Tüten wett.
Foto: natura

Lebensmittelverpackungen (Frischprodukte, Feinkost, Obst, Gemüse)



Die italienische Handelskette IPER (22 große Supermärkte) verpackt seit 2003 alle frische Feinkostprodukte an ihren Kioskständen in dem aus Mais gewonnenen NatureWorks® Biokunststoff Polymilchsäure (PLA).
Fotos: NatureWorks LLC



Seit 2005 bieten die belgischen Delhaize Supermärkte Lebensmittel in Verpackungen aus NatureWorks®PLA an. Aufkleber und Poster informieren die Käufer über die Kompostierbarkeit der Verpackungen.
Foto: NatureWorks LLC



Die Sortierschalen für Milchkonfekt der Firma Plantic sind schon seit zwei Jahren auf dem australischen Markt vertreten und nun auch in Europa erhältlich. Sie werden aus dem nachwachsenden Rohstoff Stärke hergestellt und lösen sich bei Kontakt mit Wasser unverzüglich auf.

Foto: Nestle UK



Vollständig kompostierbare Tüten für Brote und Backwaren. Das Fenster ist aus NatureFlex®, einer transparenten Zellulosefolie.

Foto: Innovia Films

Cateringprodukte

Cateringprodukte wie Trinkbecher, Teller oder Besteck können mit anhaftenden Lebensmittelresten nach Gebrauch kompostiert werden.

Eine Lösung auch für Großveranstaltungen, bei denen Mehrwegsysteme nicht einsetzbar sind.



Fruchtschale aus NatureWorks®
Polymilchsäure (PLA).
PLA wird aus landwirtschaftlichen Rohstoffen
wie Maisstärke oder Zucker gewonnen.
Foto: NatureWorks LLC



Kaltgetränkbecher aus NatureWorks®
Polymilchsäure (PLA). Huhtamakis
Sortiment BioWare® umfasst Becher
und Behälter aus Biokunststoff.
Foto: Huhtamaki

Garten- und Agrarsektor



Biologisch abbaubare Mulchfolien können nach Gebrauch einfach untergepflügt werden. Das spart Entsorgungs- und Arbeitskosten. Einsatz: B, D (Develey), ES, F, I (>5.000 ha in 2003)
Foto: BASF

16.09.2009



Gärtnerische Gebrauchsartikel aus Biokunststoff: Mulchfolien, Pflanztöpfe, Garne und andere Hilfsmittel.
Foto: Novamont

3. Merseburger
Rapid Prototyping Forum



Hochtransparente Wickelfolie für den Blumenfachhandel, aus NatureWorks® Polymilchsäure (PLA) der Firma Treofan.
Einsatz: Diverse (EU)
Foto: Treofan

Dietmar Glatz 20

Sonstige Anwendungen



Mitsubishi und Sony entwickelten ein Walkmangehäuse aus Biokunststoffen (in Japan im Einsatz). Auch Telefonhersteller wie Nokia und Motorola befassen sich mit den neuen Materialmöglichkeiten.
Foto: Käß



Biologisch abbaubares Klebeband aus Cellulose.
Foto: Innovia films

Textilien



Teppiche aus Ingeo® Fasern werden aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt. Ingeo wird aus NatureWorks® Polymilchsäure (PLA) extrudiert und kann zu vielen verschiedenen Produkten, wie Kleidung, Bettzeug und Möbelüberzügen verarbeitet werden.

Foto: NatureWorks LLC



Das italienische Modehaus Versace hat die erste Winterjacke aus 100% Mais in ihre Kollektion aufgenommen. Die dafür verwendete Faser heißt Ingeo® und wird aus Polymilchsäure (PLA) extrudiert.

Foto: NatureWorks LLC

- Technische Teile
- Kombination aus nachwachsender Faser und erdölbasiertem PP oder PLA



**FKuR Kunststoff
GmbH**

Kontakt: Sandra Pazes
Siemensring 79
D-47877 Willich/Germany
Tel.: +49 2154 92 51 26
Fax +49 2154 92 51 51
sandra.pazes@fkur.com
www.fkur.com



Materialwissenschaften
Susanne Pfanzer, TU Darmstadt

- **BioPlastics in RP-Verfahren**
- Beschleunigte Marktdurchdringung von Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen durch Weiterentwicklung schneller Formgebungsverfahren
- Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF Magdeburg
- Untersucht wurden im Lasersinter- und LOM-Verfahren drei BioPlastics Gruppen

Kennzeichen der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: FKZ 22001199

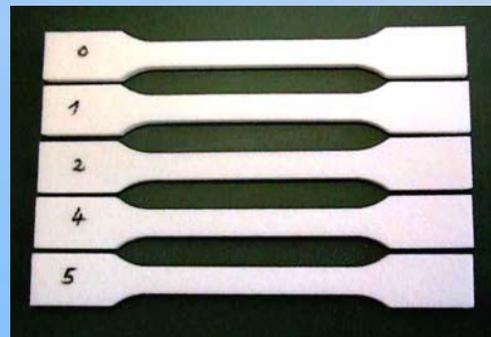
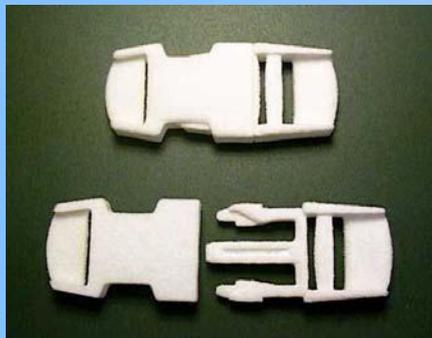
- **IFF, Magdeburg**
- **Polymere auf Cellulosebasis**



Bioceta T1807 6V30S, Hersteller: Fa. Radici Plastics

Kennzeichen der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: FKZ 22001199

- **IFF, Magdeburg**
- **Fermentativ hergestellte Polymere**



Biomer P226H, Hersteller: Fa. Biomer

Kennzeichen der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: FKZ 22001199

- **IFF, Magdeburg**
- **Synthetische Biokunststoffe**



Bionolle Typ #1000/3000; Hersteller: Fa. Showa Denko

Kennzeichen der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: FKZ 22001199

• IFF, Magdeburg

Zusammenfassung / Fazit

Entsprechend den inhaltlichen Schwerpunkten und den bis zum Ende des Berichtszeitraums erlangten Erkenntnisstand zur direkten Verarbeitung mit Rapid-Prototyping-Verfahren, konnte an drei voran beschriebenen Vertretern der betrachteten Werkstoffklasse der Nachweis einer Verarbeitbarkeit beim

Selektiven

Lasersintern anwendungs- und praxisnah simuliert werden. Im Verlauf der Untersuchungen konnten darüber hinaus für künftige Aktivitäten im Bereich nachwachsende Rohstoffe / Biokunststoffe zum einen, aber auch für den Bereich Rapid Prototyping andererseits wesentliche Potenziale aufgedeckt und

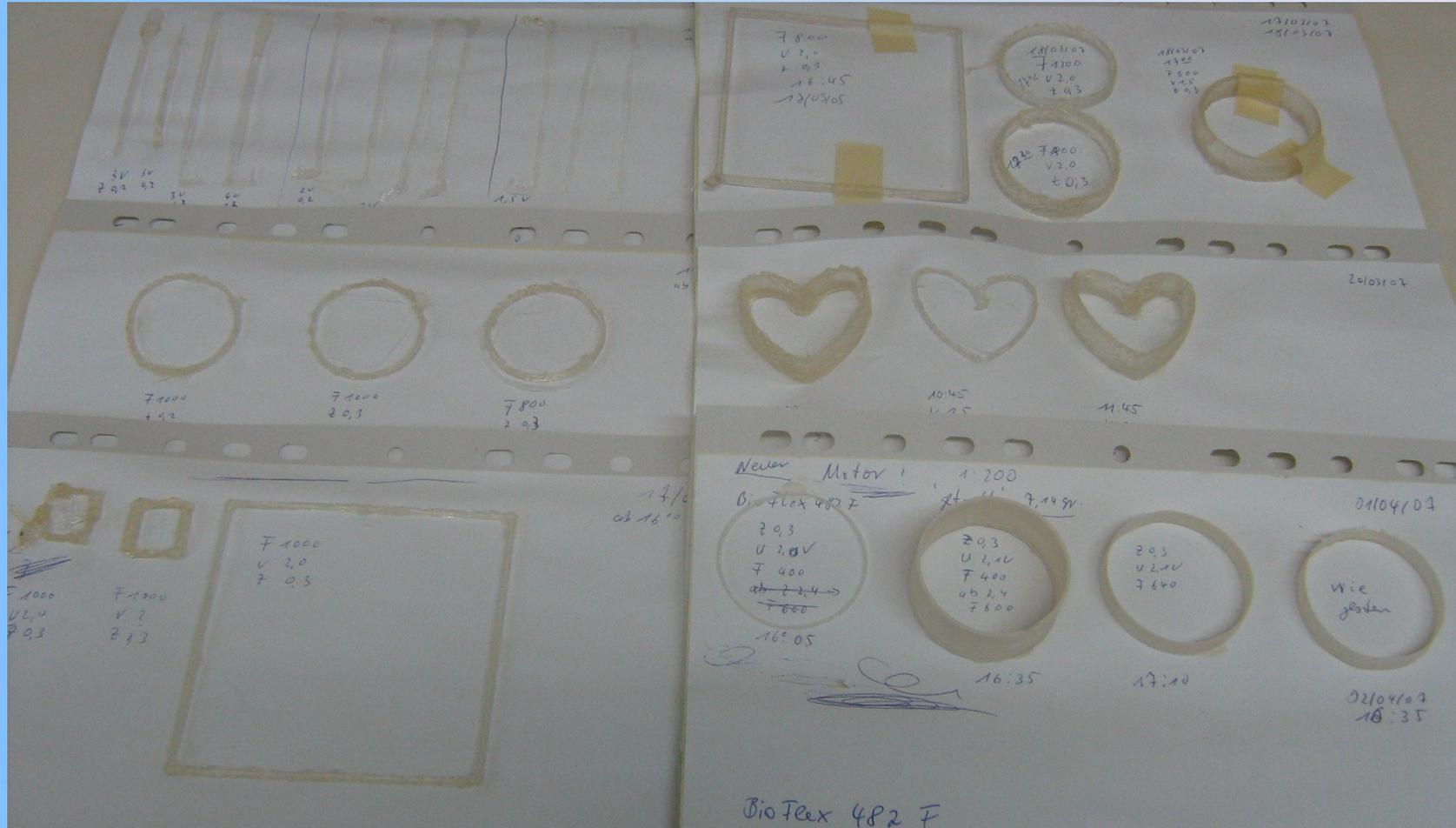
Optimierungsansätze definiert werden.

Kennzeichen der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: FKZ 22001199

Was ist FLM?

- FLM= Fused Layer Modeling (Extrusionsverfahren)
- Erzeugung von Modellen durch lokales Anschmelzen und anschließendes Extrudieren thermoplastischer Materialien
- Kunststoff meist in Drahtform (siehe FDM)
- Schichtbildung erfolgt durch Wärmeleitung bei Kontakt mit teilfertigem Modell

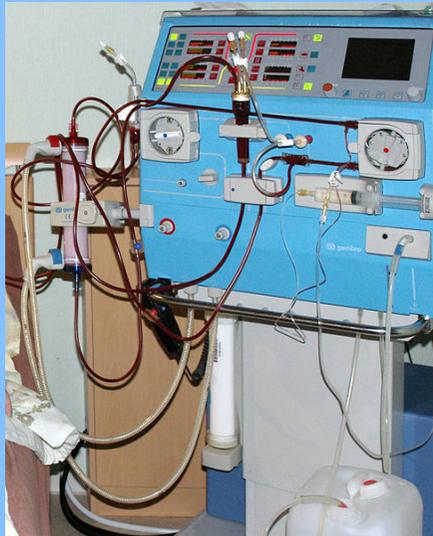
- **Ergebnisse der Vorversuche mit PLA**
 - PLA ist generell im RP-Verfahren verarbeitbar
 - Die thermoplastische Schmelze ist beherrschbar
 - Die Festigkeit zwischen den Schichten ist für RP-Anwendungen ausreichend
 - Sowohl reines PLA als auch Compounds PLA/Stärke ergeben gute Schichten und gute Bauteile sind zu erwarten
 - Die bereits entwickelte CNC-Technik ist für den Einsatz in RP-Anlagen sehr gut geeignet und somit Basis für FABIO



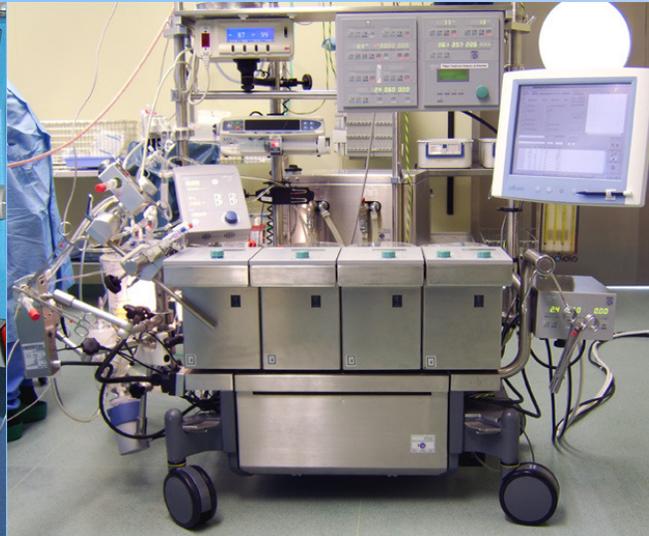
- **Weiteres Vorgehen nach Bewilligung des Forschungsvorhabens**
 - Entwicklung eines neuen Prozesskopfes zur kontinuierlichen Aufbereitung der Schmelze direkt aus nativen Granulaten
 - Entwickeln von lösbaren Stützmaterialien
 - Weiterentwickeln der vorhandenen CNC-Technik
 - Parameterfindung für die verschiedensten Materialien

Humanoide Ersatzteile aus dem Drucker

- **Medizintechnik**
- Apparative Technik



Dialysemaschine



Herz-Lungenmaschine



Blutdruckmessgerät

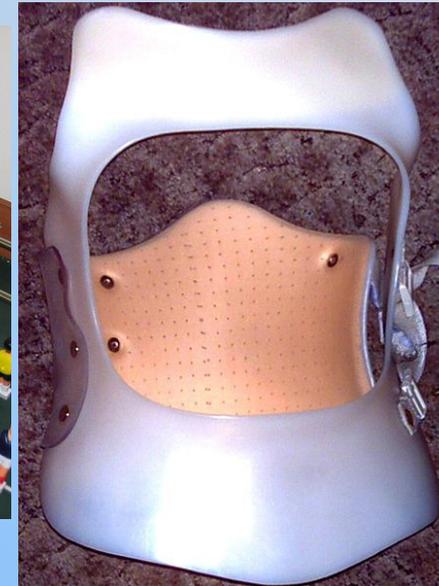
- **Medizintechnik**
- Prothese/ Orthese



Unterschenkel mit
Kniegelenk und Fuß



Armprothesen



Rückenorthese

- **Medizintechnik**
- Implantate



Ellenbogen

*Dr. Christian Weber,
Orthopädische Klinik
Hohwald*



Kniegelenk



Cochlear Implantat



Kleines Sprunggelenk

- **Medizintechnik**
- Implantate

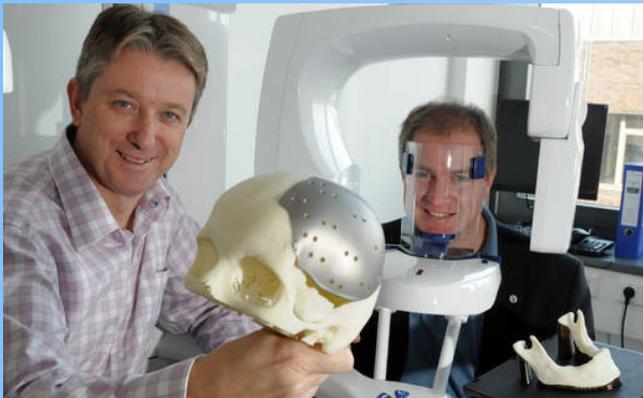


Prof. Dr. Frank-Wolfgang Hagen
Auguste-Viktoria-Klinik
Am Kockturkanal 2
32545 Bad Oeynhausen

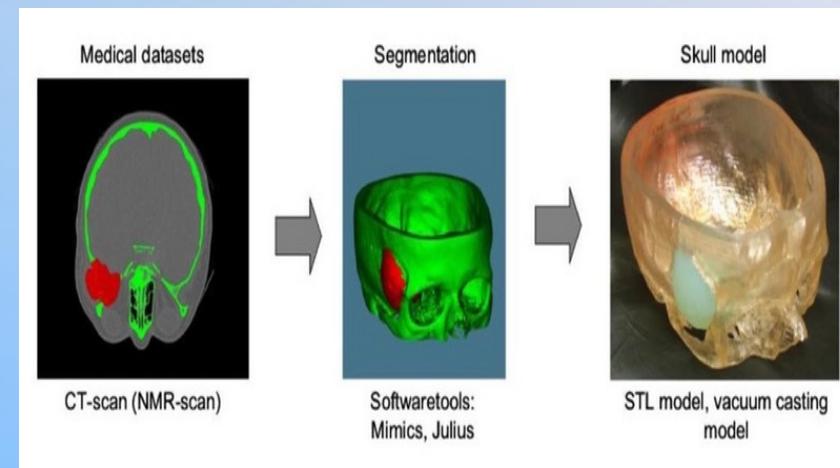


Prof. Dr. Markus Loew
Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg
Schlierbacher Landstraße 200a
www.schulterchirurg.de
69118 Heidelberg

- **Medizintechnik**
- **Implantate**



Prof. Dr. Gerd Grube und Dr. Dr. Stephan Weihe (li.) aus dem Biomedizinzentrum Dortmund zeigen, wie durch 3-D-Scanner Knochenteile wie hier am Schädel ersetzt werden können. Doch die beiden haben noch viel mehr Ideen drauf. (Fotos: Knut Vahlensieck)



Professorin Tobiasch,
FH Bonn-Rhein-Sieg

- **Medizintechnik**
- Implantate



Das kleine Sprunggelenk

Rechte: MITTELDEUTSCHER RUNDFUNK

- Medizintechnik
- Implantate

	Implant Component	Implant Material	Component Function
	Superior Endplate (top)	Metal: Cobalt chrome alloy (CoCrMo)	Implanted into vertebra above affected disc. The concave-shaped polished surface of the endplate acts as the "socket."
	Polyethylene Inlay	Plastic: Ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE)	Inserted between the two metal endplates. The convex-shaped inlay acts as the "ball." It locks securely into the Inferior Endplate.
	Inferior Endplate (bottom)	Metal: Cobalt chrome alloy (CoCrMo)	Implanted into vertebra below affected disc. The inlay securely locks into the Inferior Endplate.



Bandscheibe

© 2007 Synthes International

- **Medizintechnik**
- Implantate



Für die Fertigung der Klappensegel bietet sich eine besondere 3D-Drucktechnik an. Hierbei werden mittels eines geeigneten Handlingsystems Tröpfchen von unterschiedlich harten Polymeren auf komplexen Freiformflächen und Kanten entlang exakt eingehaltener Bahnkurven hochpräzise dosiert. Somit lässt sich eine definierte und lokal variable Schichtdickenverteilung erreichen.

Entwicklung einer perkutan implantierbaren
Venenklappenprothese

Institut für Angewandte Medizintechnik - Medizinische Fakultät
Univ.-Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. Thomas Schmitz Rode
Helmholtz-Institut - RWTH Aachen und Universitätsklinikum
Aachen

- **Medizintechnik**
- Implantate
 - Knochenersatz aus dem Drucker
 - Forschungszentrum caesar
 - 3D-Drucker
 - Tricalciumphosphat
 - Hydroxylapatit

- **Medizintechnik**
- Bio-Implantate



- **Medizintechnik**
- Bio-Implantate



Biologische Herzklappen

©2006 Klinik und Poliklinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie
Universitätsklinikum Münster

- **Medizintechnik**
- Bio-Implantate

FAZIT

Nach einhelliger Meinung führender Experten gehören in rund fünf bis zehn Jahren folgende Szenarien zum Klinikalltag:

- Menschliche Knochenzellen, die auf Matrizes wachsen
- Herzklappen- und Gefäßprothesen mit körpereigenen Gefäßwandzellen beschichtet
- Mittels Tissue Engineering werden in zwei bis drei Jahren Sehnen gezüchtet.

- **Medizintechnik**
- Bio-Implantate

• In der plastischen Chirurgie hat die Silikonprothese zum Brustaufbau ausgedient. Im Labor werden Fettvorläuferzellen kultiviert und gezielt in die Brust gespritzt.

• "Der körpereigene Muskelersatz macht künftig den Ersatz von Gefäßen, Speiseröhren und den Darmersatz möglich. Tissue Engineering ist die Zukunft des körpereigenen Organersatzes."

Professor Augustinus Bader , Uni Leipzig

Ich danke für Ihr Interesse
und stehe Ihnen selbstverständlich
für Fragen zur Verfügung

Kontaktadresse:

Dipl.-Ing. Dietmar Glatz
WiMi am KAT
Hochschule Merseburg (FH)
University of Applied Sciences
dietmar.glatz@hs-merseburg.de
T. +49/3461/46-2802
F. +49/3461/46-3802
M.+49/171/75 68 566

Kontaktadresse:

Dipl.-Ing. Karin Menzel
WiMi am KAT
Hochschule Merseburg (FH)
University of Applied Sciences
karin.menzel@hs-merseburg.de
T. +49/3461/46-2802
F. +49/3461/46-3802
M.+49/173/18 20 869