

# Funktionsintegration beim Spritzgiessen



INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK  
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Frank Ehrig  
Institutsleiter / Fachbereichsleiter Spritzgiessen  
Rapperswil, 5. September 2013



**HSR**

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK  
RAPPERSWIL

FHO Fachhochschule Ostschweiz

- **Ziele der Funktions- und Prozessintegration beim Spritzgiessen**
- **Polyform 3D - Hochwertige Tastaturoberflächen durch Polyurethanüberflutung**
- **Herstellung von Kunststoffbauteile aus Polypropylen (PP) mit modifizierter polarer Oberfläche durch Hinterspritzen eines Mehrschichtfilms**
- **Weitere Projekte im Bereich Spritzgiessen in der Übersicht**

# Anforderungen an Unternehmen aus der Kunststofftechnik

## ■ Beitrag zur Ressourcenschonung

- Gewichtseinsparung (z.B. Metallsubstitution)
- Wärmeisolation (z.B. Gebäude)
- Effiziente Produktionsmaschinen
- Materialreduzierung (z.B. bei Verpackungen)

## ■ Effiziente Bauteilauslegung und -herstellung

- Vorhersage des Bauteilverhaltens im Einsatzbereich
- Verständnis der Prozess- und Werkzeugtechnik
- Einsatz der richtigen Werkstoffe bzw. Werkstoffkombinationen
- Vollautomatische Produktion

## ■ Innovation in neue Produkte und Technologien

- Neue Materialien mit neuen Eigenschaften
- Kombination von Fertigungsprozessen
- Attraktives Design
- Integration von Elektronik, Sensorik, Aktorik



Kunststofffolienhinterspritzen  
[Bayer Material Science]



Integration von RFID [IWK]

# Gliederung des Vortrags

- Ziele der Funktions- und Prozessintegration beim Spritzgießen
- **Polyform 3D - Hochwertige Tastaturoberflächen durch Polyurethanüberflutung**
- Herstellung von Kunststoffbauteile aus Polypropylen (PP) mit modifizierter polarer Oberfläche durch Hinterspritzen eines Mehrschichtfilms
- Weitere Projekte im Bereich Spritzgießen in der Übersicht

# Zielsetzung von Polyform 3D

## Ausgangssituation

- Oberflächendesign spielt weiterhin für die Vermarktung vieler Produkte eine entscheidende Rolle
- Bedien- und Anzeigegeräte werden in Aussparungen einer großen Blende integriert ⇨ Es entstehen Materialübergänge und Spalte

## Zielsetzung der Eingabeoberfläche Polyform 3D

- Realisierung einer geschlossenen dreidimensional geformten Blende mit integrierten Bedien- und Anzeigeelementen und einer hochwertig anmutenden Polyurethan (PUR)-Oberfläche
- Taktiles Feedback soll erhalten bleiben

# Zielsetzung von Polyform 3D

## ■ Reduzierung der Einzelteile und Werkzeuge

### ■ Automobilindustrie: Lenkradschalter



=



16 Teile, 5-6 Werkzeuge



1 Teil, 2 Werkzeuge

### ■ Elektroindustrie: Beispiel Kaffeemaschine



=



6 Teile, 5 Werkzeuge



1 part

1 Teil, 2 Werkzeuge

[Quelle: Abatek]

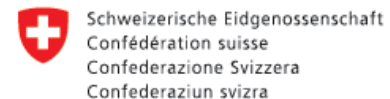
# Anforderungen (Chancen) an die Eingabeoberfläche

- Geschlossene Oberfläche ohne Freiräume (Staub- und Wasserschutz, chemische Beständigkeit)
- Taktile Tasten trotz geschlossener Oberfläche mit Feedbackfunktion
- Hohe Designfreiheit für Linien, Buchstaben, Farben, etc.
- Ebenes oder 3D-Kontur (in gewissem Rahmen)
- Hinterleuchtung von Tasten
- Integration von Touchpanels
- Reduzierte Komplexität durch geringere Zahl der Teile, Werkzeuge
- Matt- und Glanzeffekte, Kratz- und UV-Beständigkeit durch das Überfluten von transparentem PUR
- Realisierung hochwertiger Oberflächen, wie Lederimitation oder Hochglanz

# Technologieentwicklung im Rahmen eines KTI-Projektes

## Arbeitspakete für eine Projektlaufzeit von 1,5 Jahren (1.1.2012-30.9.2013)

Arbeitspakete (AP)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
AP 1: Festlegung der Spezifikationen und Werkstoffvorauswahl	■	■				
AP 2: Produktentwicklung	■	■	■	■	■	
AP 3: Hinterspritzen der TPU-Folie		■	■	■	■	■
AP 4: Evaluation Polyurethan-Überflutung			■	■	■	■
AP 5: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Kundenvorstellung					■	■



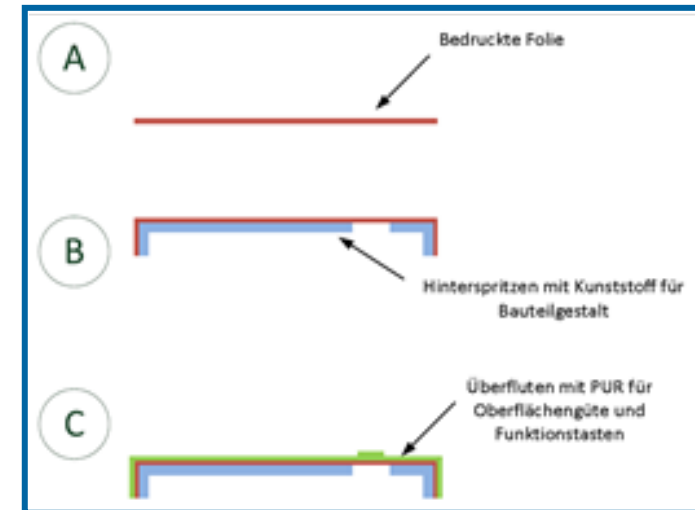
Kommission für Technologie und Innovation KTI



# Umsetzung des Demonstratorbauteils

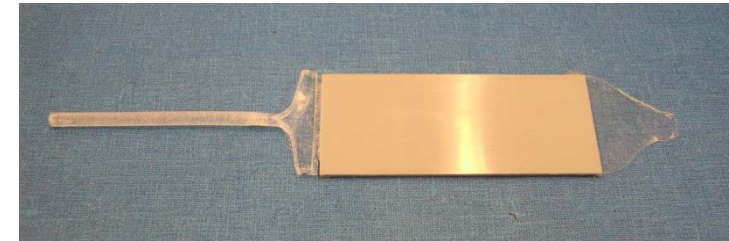
## Prozessschritte:

- A) Bedruckung der Folie
- B) Hinterspritzen der Folie, Freistellung der Tasten
- C) Überflutung mit PUR

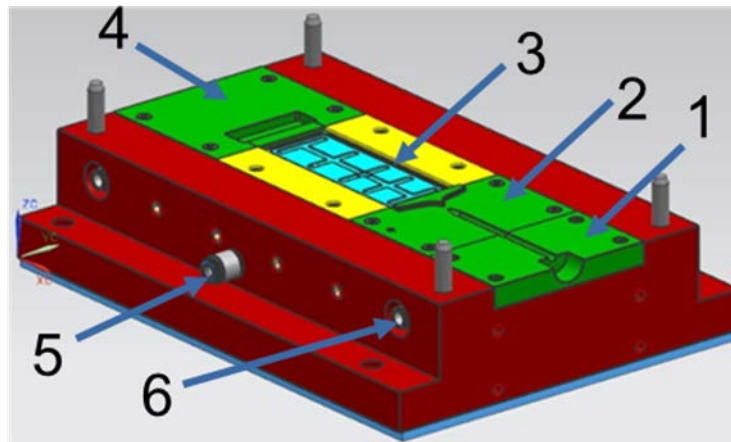


# Grundsatzuntersuchungen an einem einfachen Plättchenformteil

- Haftung verschiedener TPU-Folien auf unterschiedlichen Kunststoffmaterialien
- Haftung verschiedener Polyurethansysteme auf den TPU-Folien
- Abdichtung des Einlegeteils
- Luftfreie Hochglanzoberflächen
- Darstellung von Designelementen
- Einfluss der Temperatur auf die Haptik



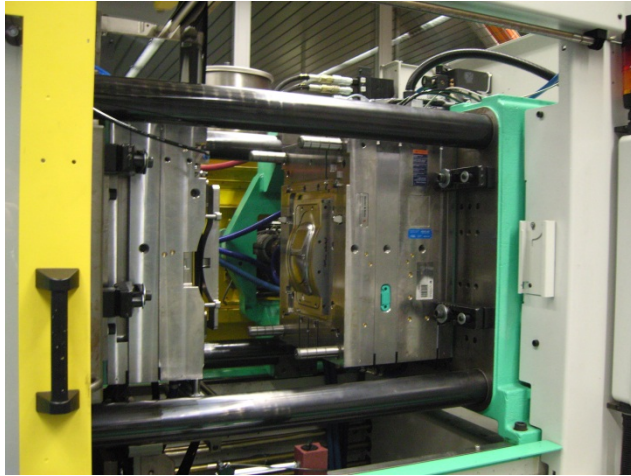
Testbauteil für dekorative und funktionale Untersuchungen



Untere Hälfte des PUR-Versuchswerkzeuges

Läuft im  
Labor  
Eichwies

# Versuche zum Hinterspritzen der TPU-Folie

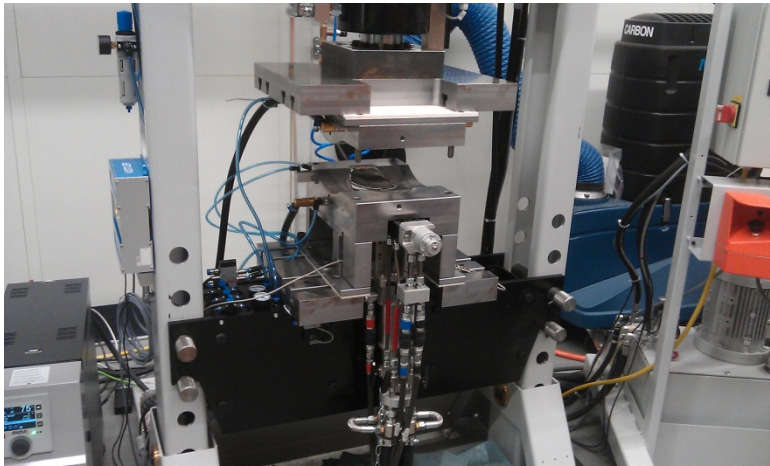


## Fragestellungen:

- Vollautomatisches Handling und Positionierung der Folie
- Angussart und -positionierung
- Haftung der Folie auf dem Kunststoff
- Vermeidung von Falten und Sicherstellung der Entlüftung
- Entformung der Bauteile

Läuft im  
Spritzgiess-  
labor

# Überflutung mit PUR



Hinterspritzte TPU-Folie (links) und PUR überflutetes Bauteil (rechts)

## Fragestellungen:

- Ermittlung der minimalen Wanddicke für die PUR-Deckschicht,
- Erarbeitung der geeigneten Werkzeugtechnik zur Herstellung gratfreier Bauteile ohne Einfallstellen und Lufteinschlüsse,
- Erarbeitung von Prozessführungsrichtlinien für den Überflutungsprozesses,
- Prüfung der Bauteile hinsichtlich aller Anforderungen.

# Umsetzung des Demonstratorbauteils



Zur Ansicht im  
Spritzgiess-  
labor

# Gliederung des Vortrags

- Ziele der Funktions- und Prozessintegration beim Spritzgießen
- Polyform 3D - Hochwertige Tastaturoberflächen durch Polyurethanüberflutung
- **Herstellung von Kunststoffbauteile aus Polypropylen (PP) mit modifizierter polarer Oberfläche durch Hinterspritzen eines Mehrschichtfilms**
- Weitere Projekte im Bereich Spritzgießen in der Übersicht

# Hinterspritzen eines Haftfilms zur Oberflächendekoration

## Ausgangssituation

- Der zunehmende Trend, insbesondere in der Automobilindustrie, ist die Verwendung des Massenkunststoffes Polypropylen (PP) anstelle technischer Kunststoffe.
- Die Bauteile wirken dann aber eher wie minderwertiges «Plastik»
- Eine Oberflächenmodifizierung des PP zur Dekoration, z.B. durch Bedrucken, Lackieren etc., ist aufgrund seines unpolaren Charakters sehr aufwändig

## Zielsetzung des Projektes

- Durch das Hinterspritzen von Haftfilmen können Bauteile aus unpolaren Kunststoffen
  - dauerhaft oberflächenaktiviert und
  - mit einer weltweit gleichen Oberflächenqualität hergestellt werden
  - sowie ohne zusätzliche Vorbehandlung für die Folgeprozesse, wie das Lackieren, Bekleben, Beflocken oder Bedrucken, verwendet werden.



Verkleidungsbauteile für A-, B- und C-Säulen



Türinnenverkleidungen mit Inserts, Brüstungen, Armlehnen, etc.



Anbauteile im Bereich der Mittelkonsole

# Hinterspritzen eines Haftfilms zur Oberflächendekoration

## Arbeitspakete für eine Projektlaufzeit von 2 Jahren (1.3.2013-28.2.2015)

Arbeitspakete (AP)		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
AP1:	Definition der Anforderungen für verschiedene Anwendungen	■	■						
AP2:	Entwicklung Demonstratorbauteil	■	■	■					
AP3:	Hinterspritzen der Mehrschichthaftfolie (Prozesstechnik)		■	■	■	■	■	■	■
AP4:	Nachfolgeprozess- und Bauteilprüfung			■	■	■	■	■	■
AP5:	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Kundenvorstellung						■	■	■



**WEIDMANN**



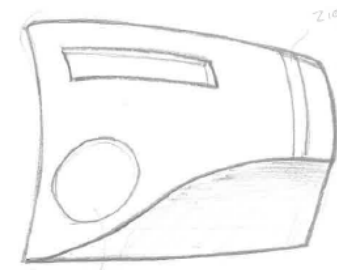
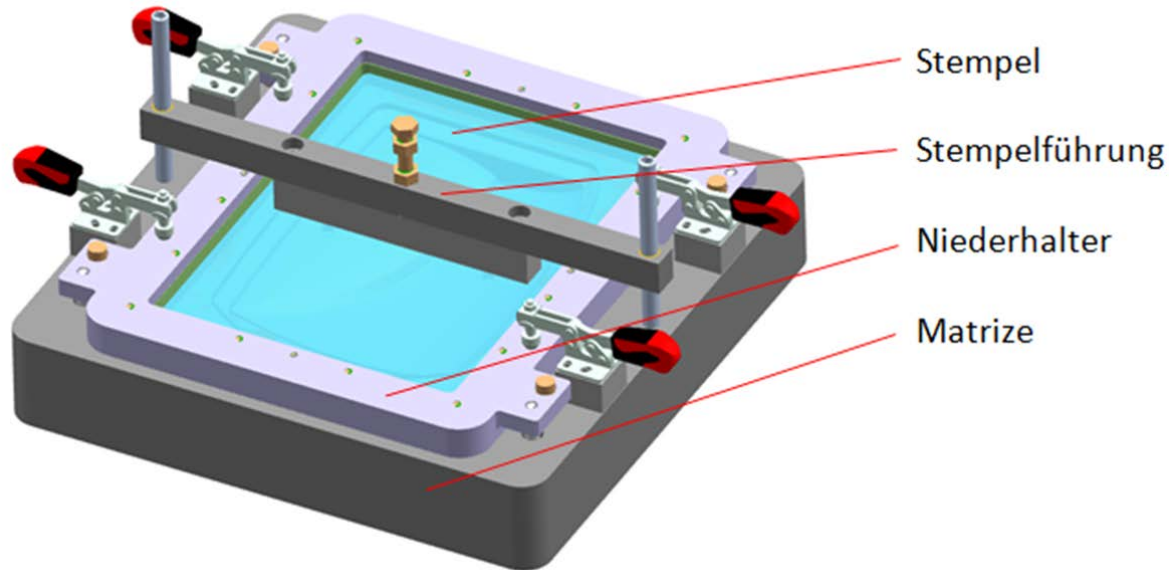
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Kommission für Technologie und Innovation KTI



# Hinterspritzen eines Haftfilms zur Oberflächendekoration

- Zusammenstellung der Anforderungen und der Prüfmatrix
- Entwicklung eines geeigneten Demobauteils
- Versuchsvorrichtung zur Folienumformung



Handskizze



Hartschaummodell



CAD-Modell

# Gliederung des Vortrags

- Ziele der Funktions- und Prozessintegration beim Spritzgiessen
- Polyform 3D - Hochwertige Tastaturoberflächen durch Polyurethanüberflutung
- Herstellung von Kunststoffbauteile aus Polypropylen (PP) mit modifizierter polarer Oberfläche durch Hinterspritzen eines Mehrschichtfilms
- **Weitere Projekte im Bereich Spritzgiessen in der Übersicht**

## ■ Entwicklung praxisnaher Probekörper

- Charakterisierung des mechanisch-thermischen Verhaltens der Bändchen
- Festigkeit der Probekörper konnte um mehr als 90% gesteigert werden

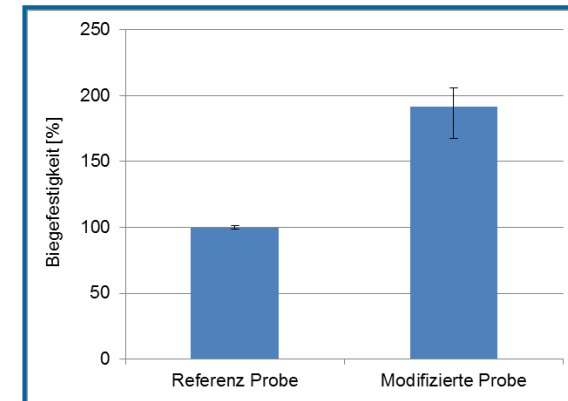
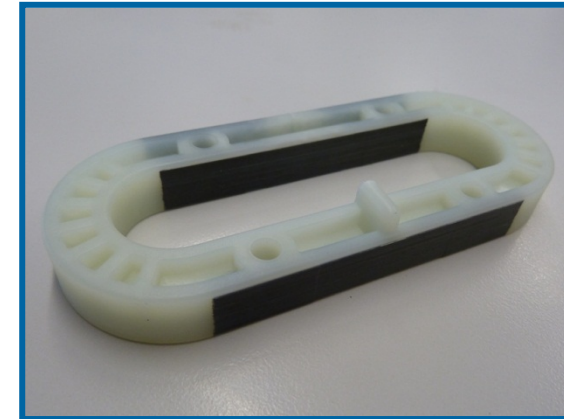
## ■ Konfektionierung der Bändchen

- Konstruktion und Aufbau einer Preformanlage mit der sich massgeschneiderte Preforms herstellen lassen
- Preformanlage wurde zum Patent angemeldet

## ■ Entwicklung des Fertigungsprozesses

- Erarbeitung der Prozessparameter für einen stabilen Spritzgussprozess

## ■ Umsetzung an einem praxisnahen Bauteil



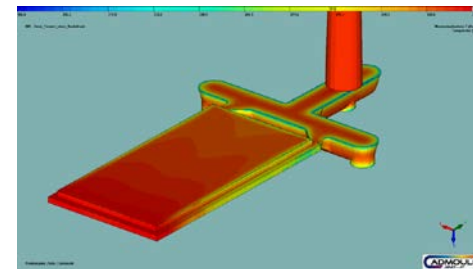
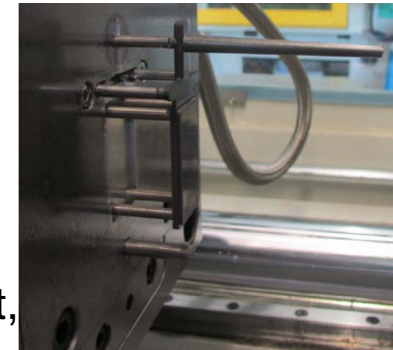
Läuft im  
SG- u.  
FVK-Labor

## ■ Prüfaufbau und Materialauswahl

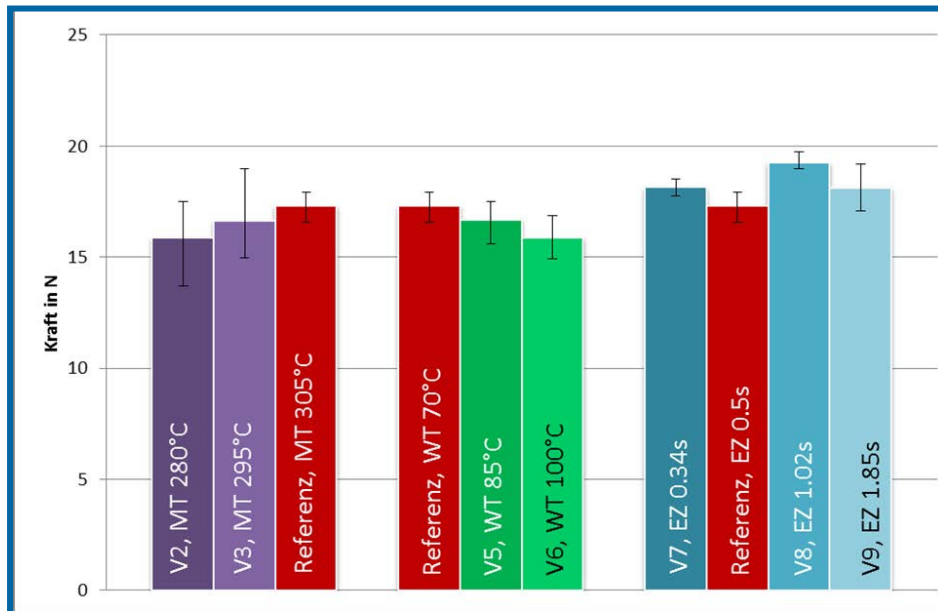
- Entwicklung und Konstruktion eines Versuchswerkzeuges und einer Prüfvorrichtung
- Analyse von drei kommerziellen Compounds auf Basis PA12, PA6 und PPS

## ■ Aufbau von Know-how über Material, Bauteilgeometrie und Herstellungsprozess

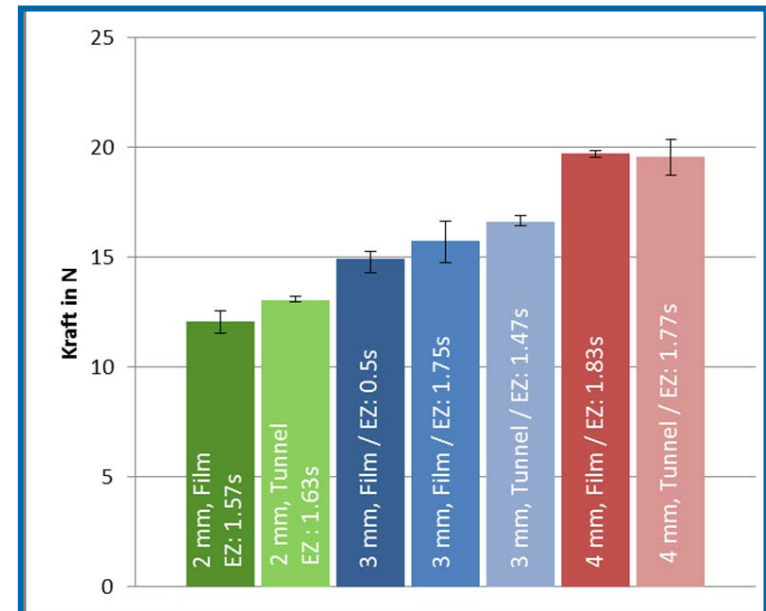
- Variation der Bauteilwanddicke im Bereich 2-4 mm
- Angussvarianten Film- und Stangenanguss
- Analyse der Prozessparameter Einspritzgeschwindigkeit, Masse- und Werkzeugtemperatur
- Einfluss des integrierten Dauermagneten



## Ergebnisse der Prozessuntersuchungen

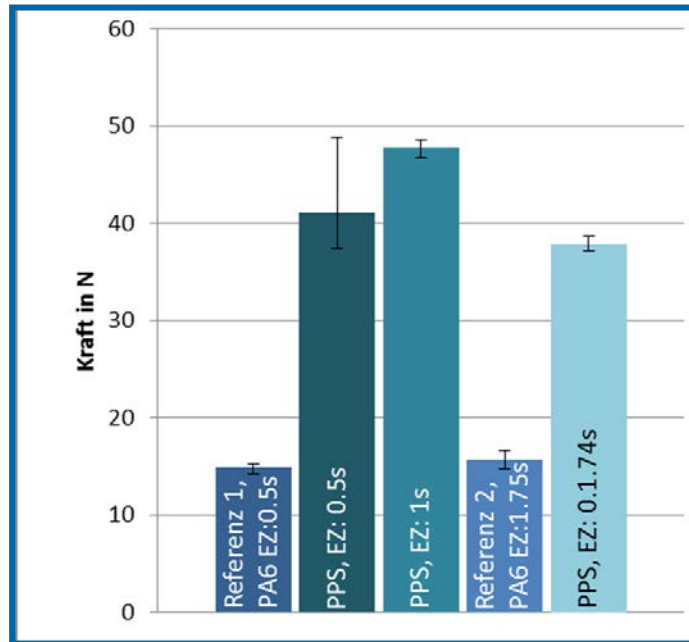


PA6 + NdFeB; Parameterstudie;  
Dicke: 3 mm, Filmanguss



PA6 + NdFeB; Dickenvariation;  
Film- bzw. Tunnelanguss

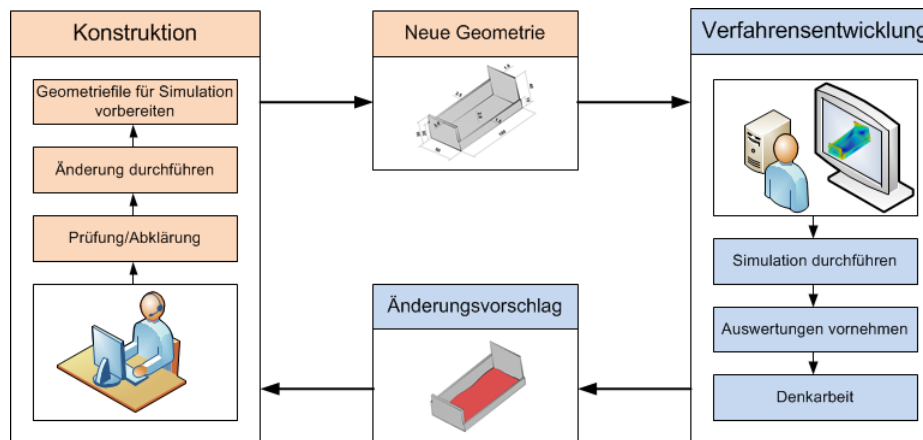
## ■ Ergebnisse der Prozessuntersuchungen



PPS + NdFeB; Parameterstudie;  
Dicke: 3 mm, Filmanguss

# OPTIwarp – Minimierung des Bauteilverzugs

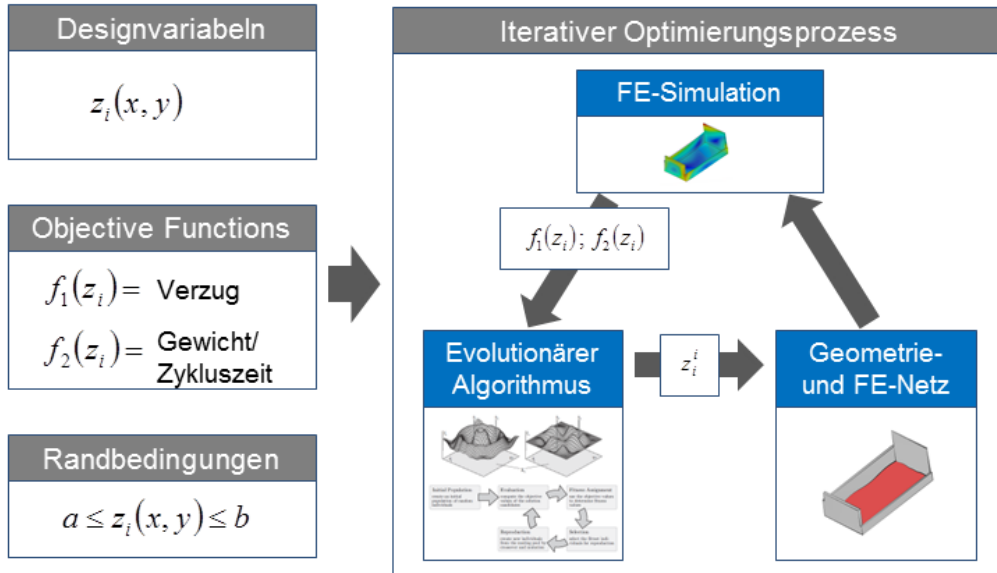
- Herstellungsbedingt (inhomogenes Abkühlverhalten,...) unterliegen Spritzgussformteile in vielen Fällen einem nicht tolerierbaren Formteilverzug
- Mittel zur automatischen Verzugsminimierung sind rar und erfolgen i.d.R. manuell (Einbezug von Fachkräften)



- **Ursachen:** Vergleichsweise lange Rechenzeiten, beschränkte Optimierungsmöglichkeiten (keine Interaktion Geometrie/Simulation)
- **Konsequenzen:** Viele zeit- und kostenintensive Iterationsschleifen

# OPTIwarp – Minimierung des Bauteilverzugs

## ■ Entwicklung einer Optimierungsroutine

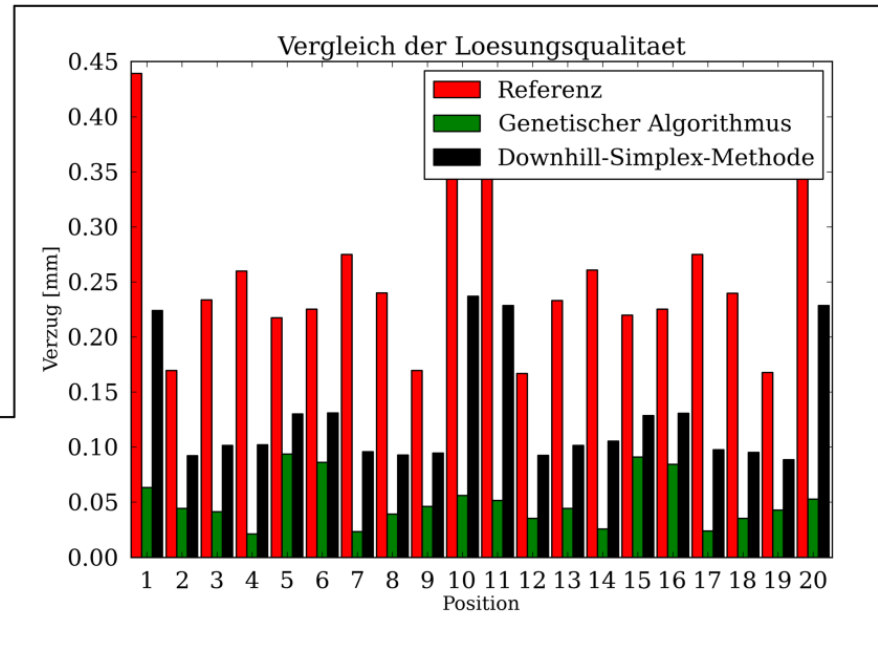
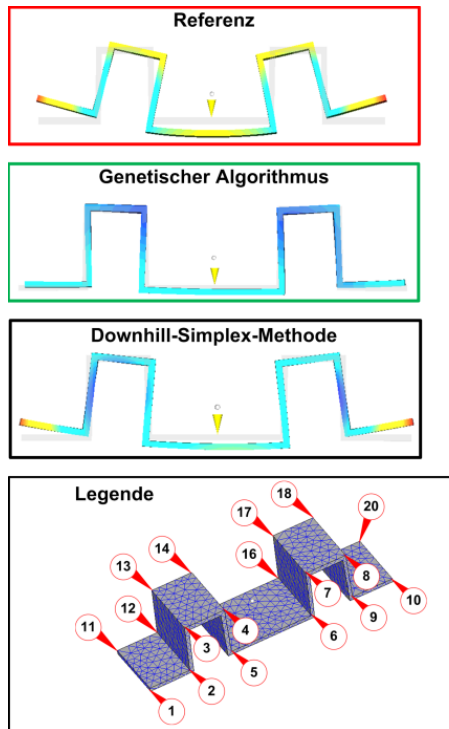


- **Geometriemanipulationstool:** Programmierung in Python
- **Evolutionärer Optimierungsalgorithmus:** Programmierung in Python
- **SG-Simulation:** Cadmould CMV6 → Ansteuerung über Python



# OPTIwarp – Minimierung des Bauteilverzugs

- Evaluation des Algorithmus an einfachen Testgeometrien und komplexen Geometrien aus der Praxis



- Neuer 3D-Scanner zur Digitalisierung von Formteilen (GOM ATOS5M)

Läuft im  
Labor  
Eichwies

# Prozesstechnologien zur Herstellung anspruchsvoller Kunststoffbauteile

Fachseminar, 21.11.2013, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV), Aachen

## Session 1

10:00 – 10:10 **Begrüßung und Einführung**  
Prof. Frank Ehrig, IWK  
Prof. Christian Hopmann, IKV

10:10 – 10:40 **aF&E und Ausbildung – Chancen für Unternehmen**  
Prof. Frank Ehrig, IWK

10:40 – 11:10 **Transparente Kunststoffe in anspruchsvollen Anwendungen**  
Dipl.-Ing. Stephan Wick, EMS-GRIVORY

11:10 – 11:30 Kaffeepause

## Session 2

11:30 – 12:00 **Innovative Temperiermethoden für optische Komponenten**  
Dipl.-Ing. Maximilian Schöngart, IKV

12:00 – 12:30 **Werkzeugtechnik für das Spritzgießen und Spritzprägen optischer Komponenten**  
Markus Gabriel

12:30 – 13:00 **Neue Ansätze in der Werkzeugtechnik für präzise Bauteile**  
Dipl.-Ing. Paul Walach, IKV

13:00 – 14:00 Mittagessen

## Session 3

14:00 – 14:30 **Herstellung von Mikrostrukturen und Hochglanzoberflächen mit variothermer Prozessführung und BFMOLD**  
DI (FH) Wolfgang Roth, MSc,  
Wittmann Battenfeld GmbH

14:30 – 15:00 **Dynamische Temperierung – ein neues Prozessfenster für die Herstellung hochwertiger Kunststoffbauteile**  
Dipl.-Ing. Guido Peters, gwk  
Gesellschaft Wärme Kältetechnik mbH

15:00 – 15:30 **Hochwertige Eingabeoberflächen durch PUR-Überfluten**  
BSc Daniel Marty, IWK

15:30 – 16:00 Kaffeepause

## Session 4

16:00 - 16:30 **Innovative Verbindungstechnik zur Funktionsintegration bei einem einstellbaren Frontenträger**  
Dr.-Ing. Robert Vaculik, Montaplast GmbH

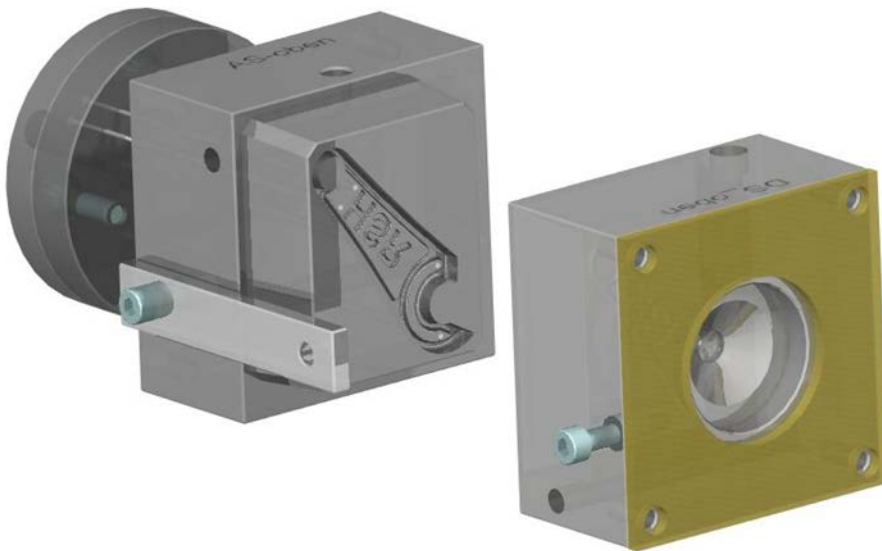
16:30 – 17:00 **Automatische Wanddickenoptimierung zur Reduzierung von Verzug**  
MSc Mario Studer, IWK

17:00 – 17:15 **Abschlussdiskussion**  
Prof. Ehrig / Prof. Hopmann

# Alltagstauglicher Metallersatz

- Entwicklung eines Demobauteils als Werbegeschenk für angehende Studierende
- Umsetzung auf der neuen Babyplast-Spritzgiessmaschine
- Entwicklung und Bau eines Werkzeuges
- Auswahl eines geeigneten Materials: GRIVORY HTV-5H1

**GRIVORY**<sup>®</sup>  
**EMS**



Läuft im  
SG-Labor

# Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit ...

