

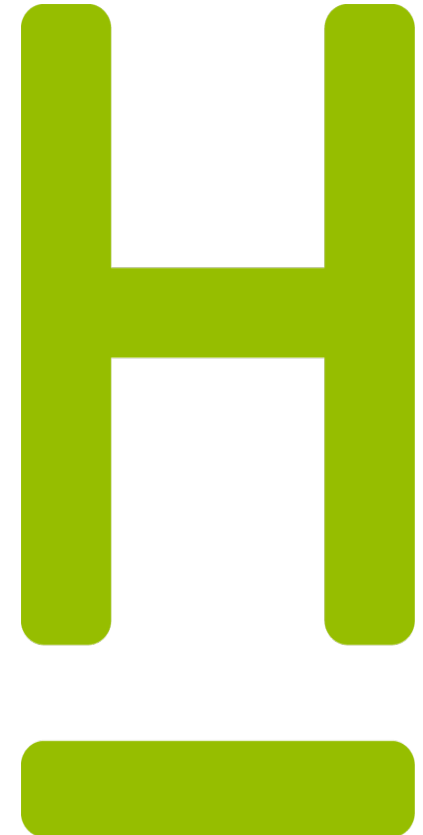


# Biobasierte Kunststoffe in der Praxis: von ABS zu PLA

Jacek Lecinski – Hochschule Hannover

Tagung: Biobasierte Kunststoffe kompakt

Hannover, 14.09.2017





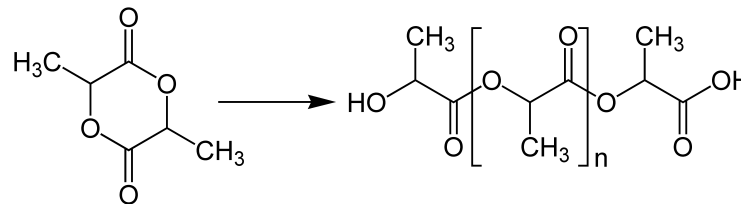
1. ENTWICKLUNG DER IFBB-BLENDS
2. STEUERUNG DER EIGENSCHAFTEN
3. DIE FAIRE COMPUTERMAUS – AUSGANGS-SITUATION
4. OPTIMIERUNGSPOTENZIAL DURCH SIMULATION
5. ZUSAMMENFASSUNG



# **1. ENTWICKLUNG DER IFBB-BLENDS**

# 1. Entwicklung der IfBB-Blends

- PLA – Polyester, 100 % auf Basis nachwachsender Rohstoffe
- Handelsüblich, syntetisiert durch ROP von Lactid (zyklischer Dimer von Milchsäure)
- Hohes Potenzial, um ein erhebliches Produktionsvolumen zu erreichen und einen Teil der Massenkunststoffe zu ersetzen
- Reines PLA ist ein sprödes Material, hat eine relativ geringe thermische Beständigkeit, ist hydrolyseanfällig

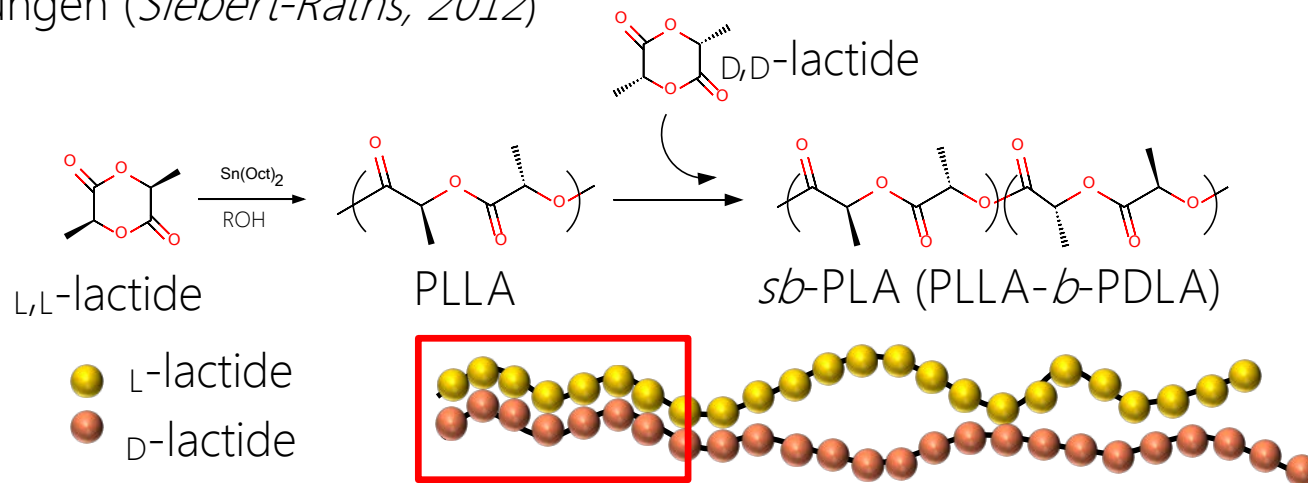


→ PLA erfordert eine Modifikation: höhere Schlagzähigkeit, Verbesserung der thermo-mechanischen Eigenschaften

→ ansonsten begrenzte Marktchancen / Anwendungsbereiche

# 1. Entwicklung der IfBB-Blends

- Die Mischung von Enantiomeren bildet ***stereokomplexe Kristalle*** mit  $T_m$  50 °C höher als die von homochiralen (klassischen) Kristallen (*Ikada et al. 1987*)
- Die Bildung von sc-PLA ist auch aus der Schmelzmischung möglich (*Fukushima und Kimura, 2005*)
- Modifizierung von sc-PLA und verfahrenstechnische Optimierung für technische Anwendungen (*Siebert-Raths, 2012*)



Source: IfBB – Institute for Bioplastics and Biocomposites (2017)

# 1. Entwicklung der IfBB-Blends

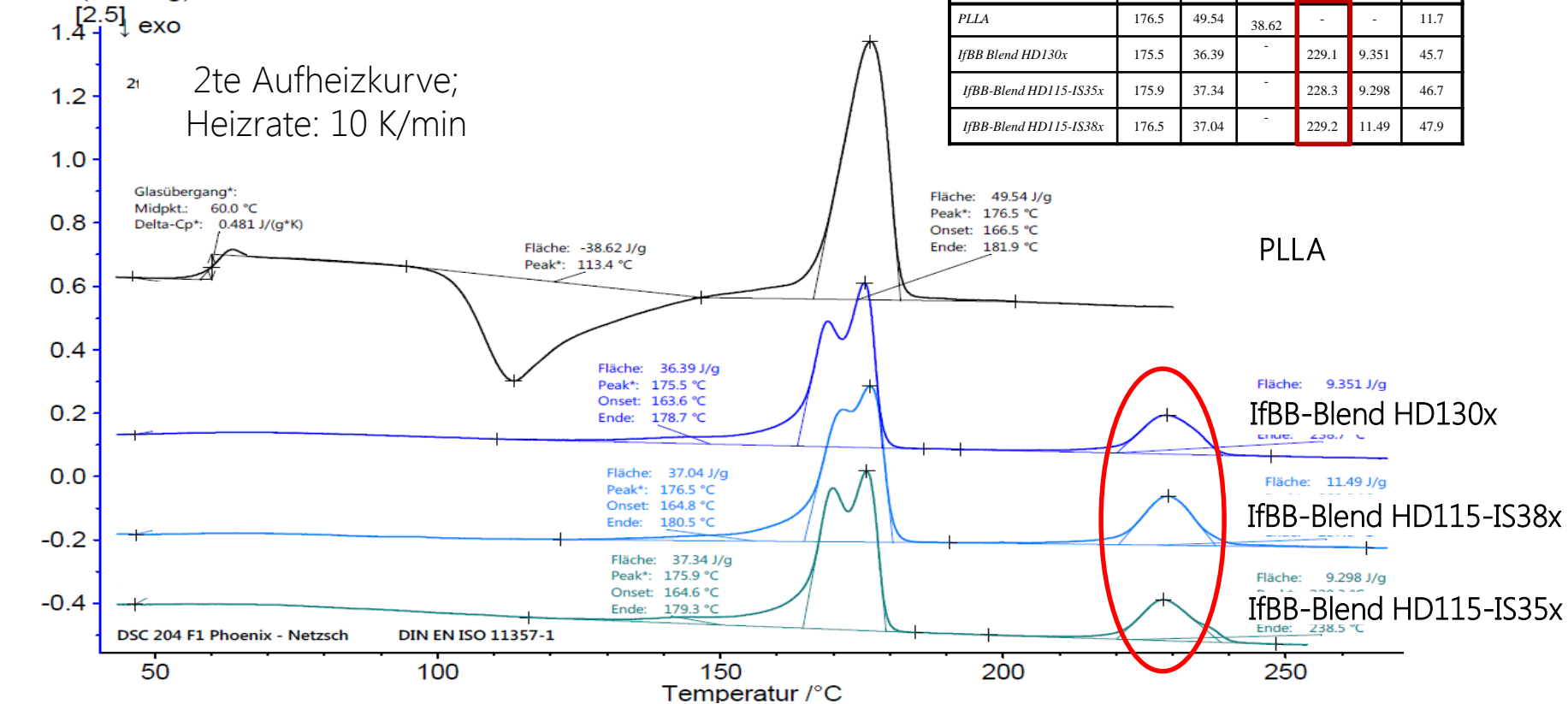
## Thermische Analyse - DSC



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

DSC /(mW/mg)





## **2. STEUERUNG DER EIGENSCHAFTEN**

## 2. Steuerung der Eigenschaften



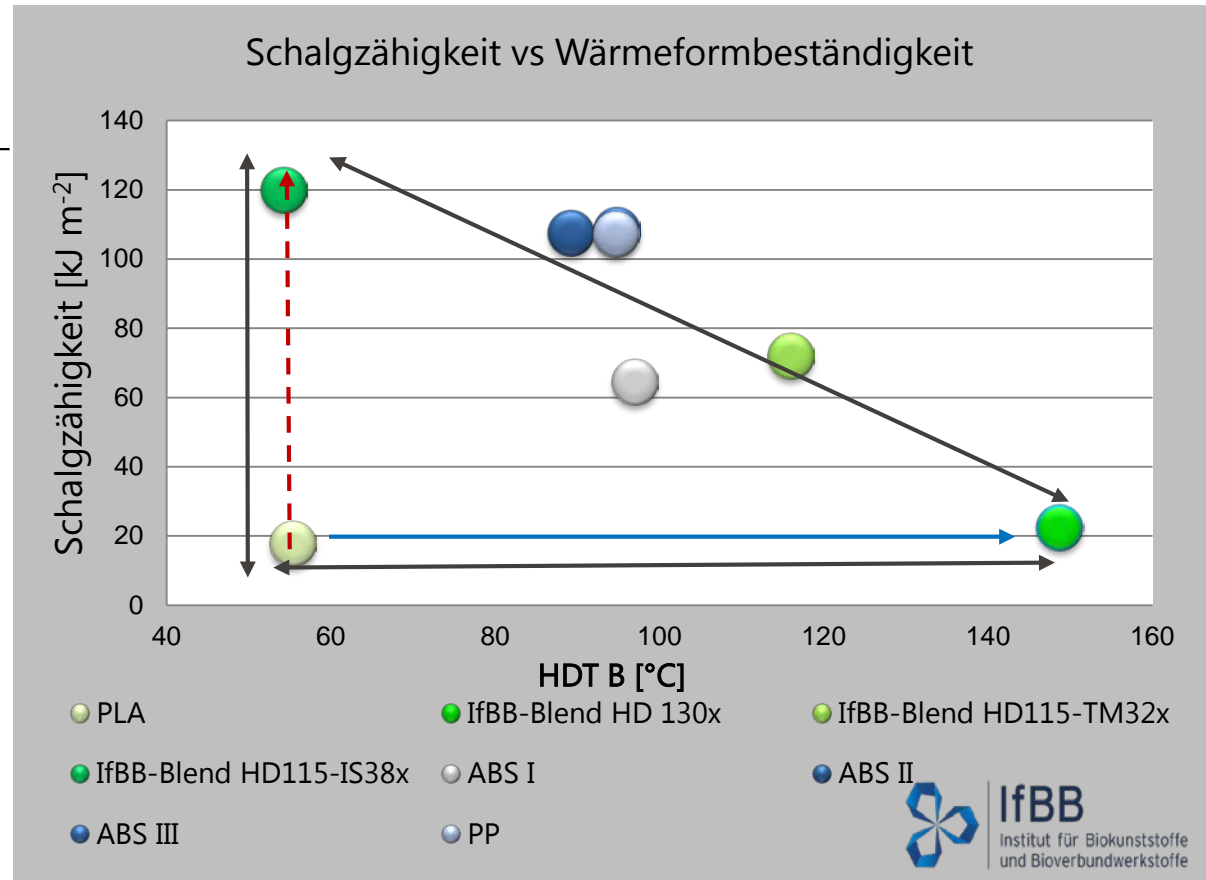
**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

Durch die Bildung von Hoch- $T_m$  Stereocomplex-Strukturen kann eine hohe Wärmeformbeständigkeit erreicht werden.

Weitere Modifikationen sind erforderlich, um ein schlagzähes Material zu erhalten.

Eigenschaften können angepasst werden, um denen von ABS und Massenkunststoffen zu entsprechen.







### 3. DIE FAIRE COMPUTERMAUS – AUSGANGSSITUATION

# 3. Die faire Computermaus

## Ausgangssituation

Nager-IT: gemeinnütziger Verein für sozial-faire und nachhaltige IT-Elektroartikel

**Idee:** Entwicklung eines fairen Produktes in der IT-Elektronikindustrie

Fair bedeutet:

- Lieferanten von Einzelkomponenten halten die Grundprinzipien der internationale Arbeitsorganisation (keine Ausbeutung, Kinderarbeit) ein
- Möglichst nachhaltige Produktion
- Transparente Lieferkette bis hin zu den Rohstoffen

**Entscheidung:**

**Computermaus** – ein universelles Produkt, relativ einfach strukturiertes elektronisches Gerät



Quelle: Kathrin Morawietz

### 3. Die Faire Computermaus

#### *Gehäuse- und Materialanforderungen*

#### Gehäuse:

- Ausreichende Schlagzähigkeit → Fallhöhen-Test ( $> 35 \text{ kJ/m}^2$  -NB)
- Geringe Steifigkeit → Fallhöhen-Test (Zug E-Modul 2000-4000 MPa)
- Hohe Wärmeformbeständigkeit aufgrund Transporttemperaturen ( $> 60^\circ\text{C}$ )
- Mehrmaliges Auf- und Zuschrauben des Gehäuses sollte möglich sein (erforderlich für Montage und Reparatur (min.  $5 \times 0,6 \text{ Nm}$  Drehmoment))
- Geringe Abnutzung der Scrollradachse / Scrollradhalterung

#### Material:

- Hoher Anteil an nachwachsenden Rohstoffen ( $> 65 \%$ ),  
GMO-Freies Material
- Möglichst faire und transparente Herstellung/Lieferkette (bezogen auf alle Rezepturbestandteile)
- Gegebene Toleranzen einhalten → Fließfähigkeit und Schwindungsverhalten
- Gute Einfärbbarkeit mit biobasierten Farben

**Gezielte Materialentwicklung  
der Forschernachwuchsgruppe  
→ IfBB-Blend HD115-IS38x**

Quelle: IfBB



## **4. OPTIMIERUNGSPOTENZIAL DURCH SIMULATION**

# 4. Optimierungspotenzial durch Simulation

Datengrundlage schaffen:

- Auswahl geeigneter IfBB-Blends (einschließlich naturfaserverstärkter Blends)
- Umfangreiche Materialanalysen zwecks Kennwerterhebung
- Generierung von Stoffdatensätzen seitens Simcon

Spritzgießsimulation mit Cadmould® 3D-F® durchgeführt:

- Identifizierung der Füllprobleme
- Aufzeigen möglicher Lösungen

Vergleich von Simulation und Praxis (Abmusterungsversuch):

- Ungleiches Füllverhalten wurde bestätigt unabhängig vom Material (entwickelte PLA-Blends sowie Massenkunststoffe PS, ABS)
  - Gehäuseober- und unterteile weisen Einfall auf
  - Beide Tasten weisen Gratbildung auf
- } bei Produktion 4-fach

→ für verbesserte Produktivität und Automation Werkzeuganpassung nötig

# 4. Faires Computermouse-Gehäuse

## *Ergebnisse Simulation Cadmould®*



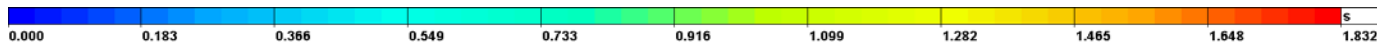
IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

### 1. Simulation:

Abschätzung des Füllverhaltens → ungleichmäßige Füllung der Kavitäten

Grund: ungleiche Volumen der Kavitäten bei gleichen Angussdurchmessern



011 - Mous\_before\_Opti\_F-N\_S+V

Fließfront  
Füllzeit bei Erreichen [s]

Ergebnisauswahl:  
„Fließfront“ -  
„Füllzeit bei Erreichen“ [s]

Bei 95 % Füllstand:  
Taster bereits gefüllt

Mouse-Formteile-gesamt\_1.00mm



Quelle: IfBB

# 4. Faires Computermouse-Gehäuse

## *Ergebnisse Simulation Cadmould®*

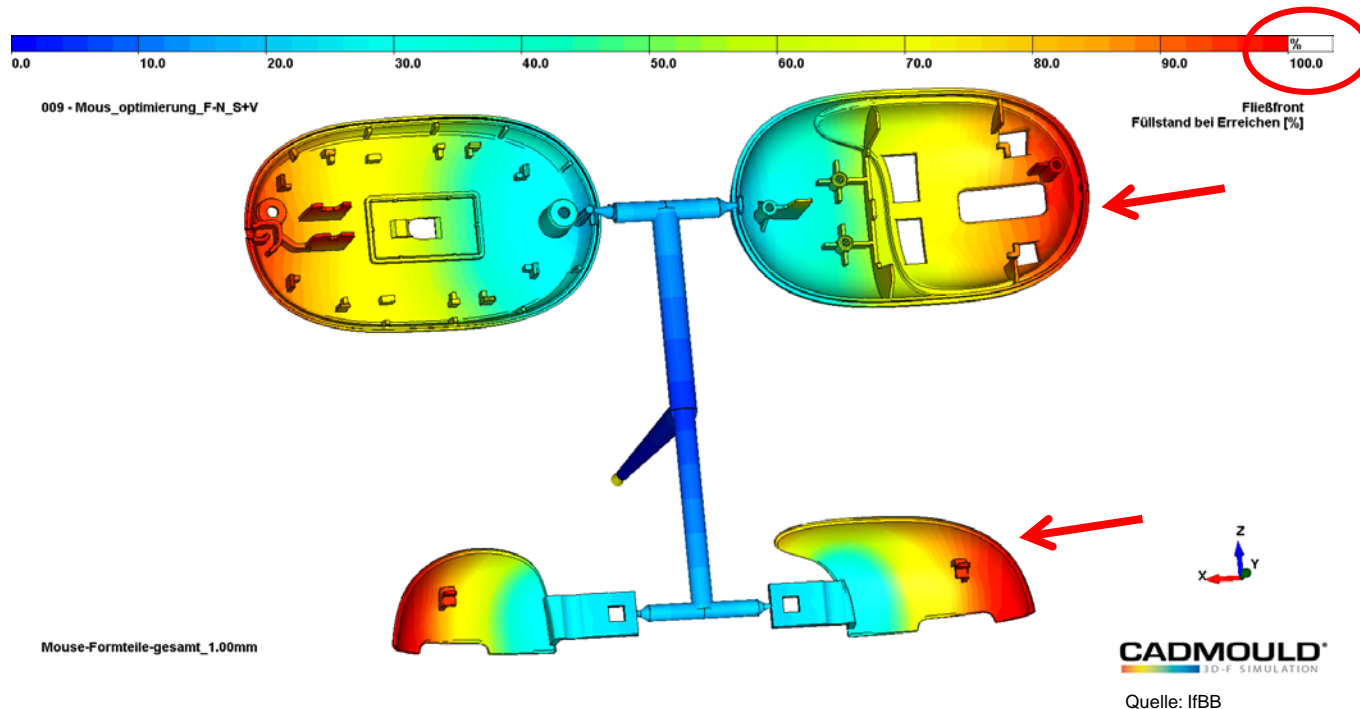


**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

### 2. Simulation:

Optimiert auf gleichmäßiges Füllverhalten (Angussdurchmesser und Anschnitte angepasst) und ideale Verarbeitungsparameter (Nachdruckzeit, Kühlzeit)

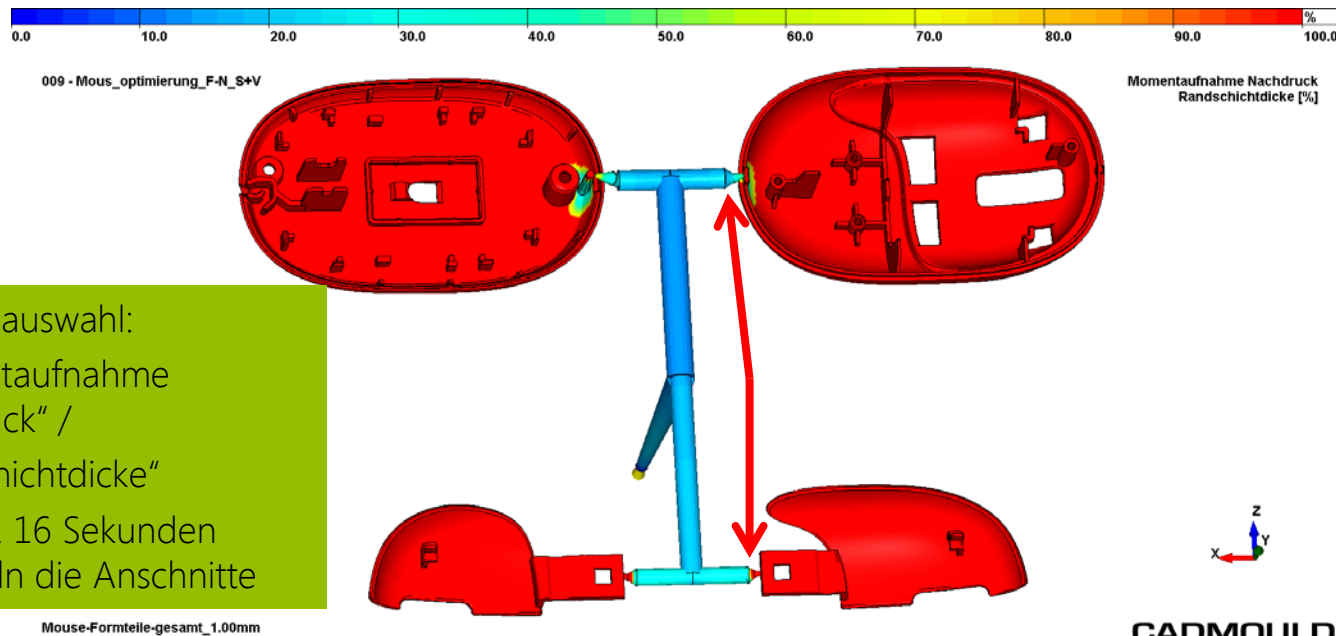


# 4. Faires Computermouse-Gehäuse

## *Ergebnisse Simulation Cadmould®*

### 2. Simulation:

Optimiert auf gleichmäßiges Füllverhalten (Angussdurchmesser und Anschnitte angepasst) und ideale Verarbeitungsparameter (Nachdruckzeit, Kühlzeit)



Quelle: IfBB

Ergebnisauswahl:  
„Momentaufnahme  
Nachdruck“ /  
„Randschichtdicke“  
= bei ca. 16 Sekunden  
versiegeln die Anschnitte

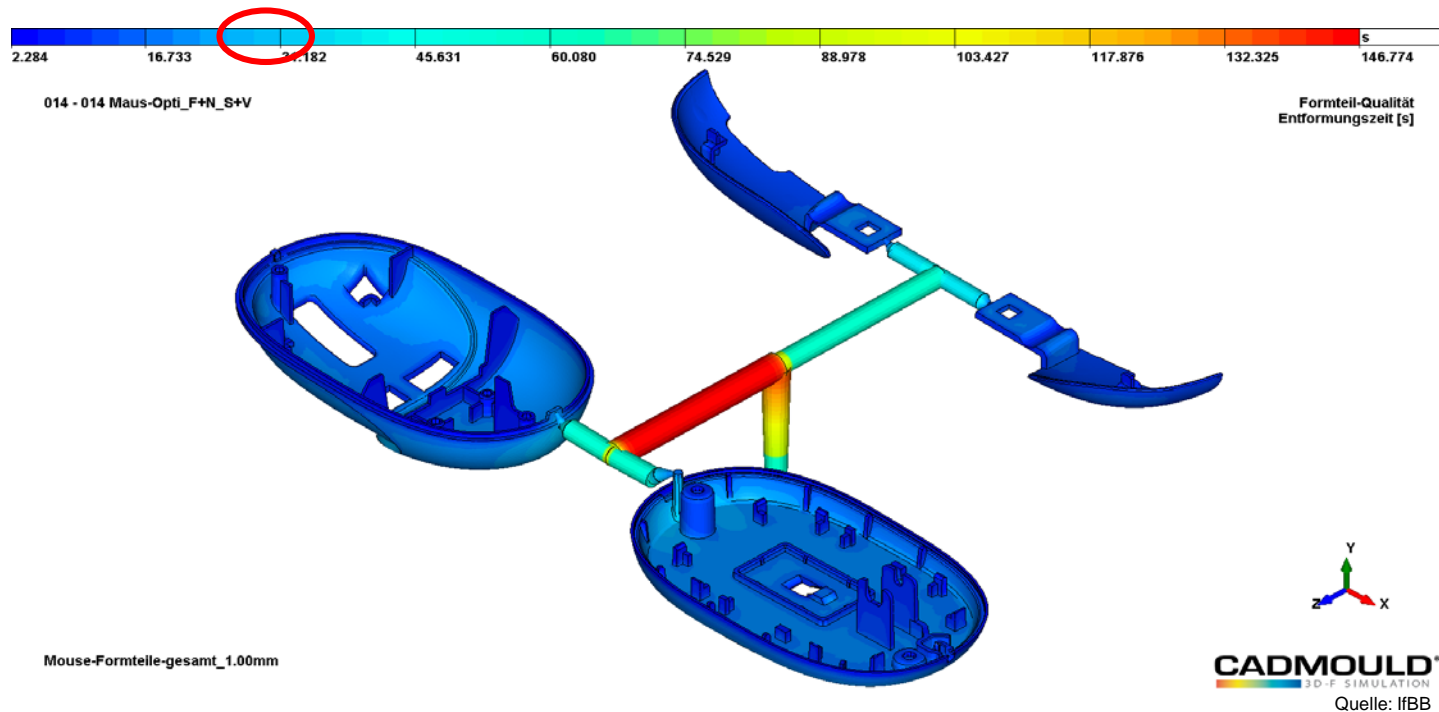


# 4. Faires Computermouse-Gehäuse

## *Ergebnisse Simulation Cadmould®*

### 2. Simulation:

Auswertung: „Formteil-Qualität“ / „Entformungszeit“ = ca. 25 Sekunden

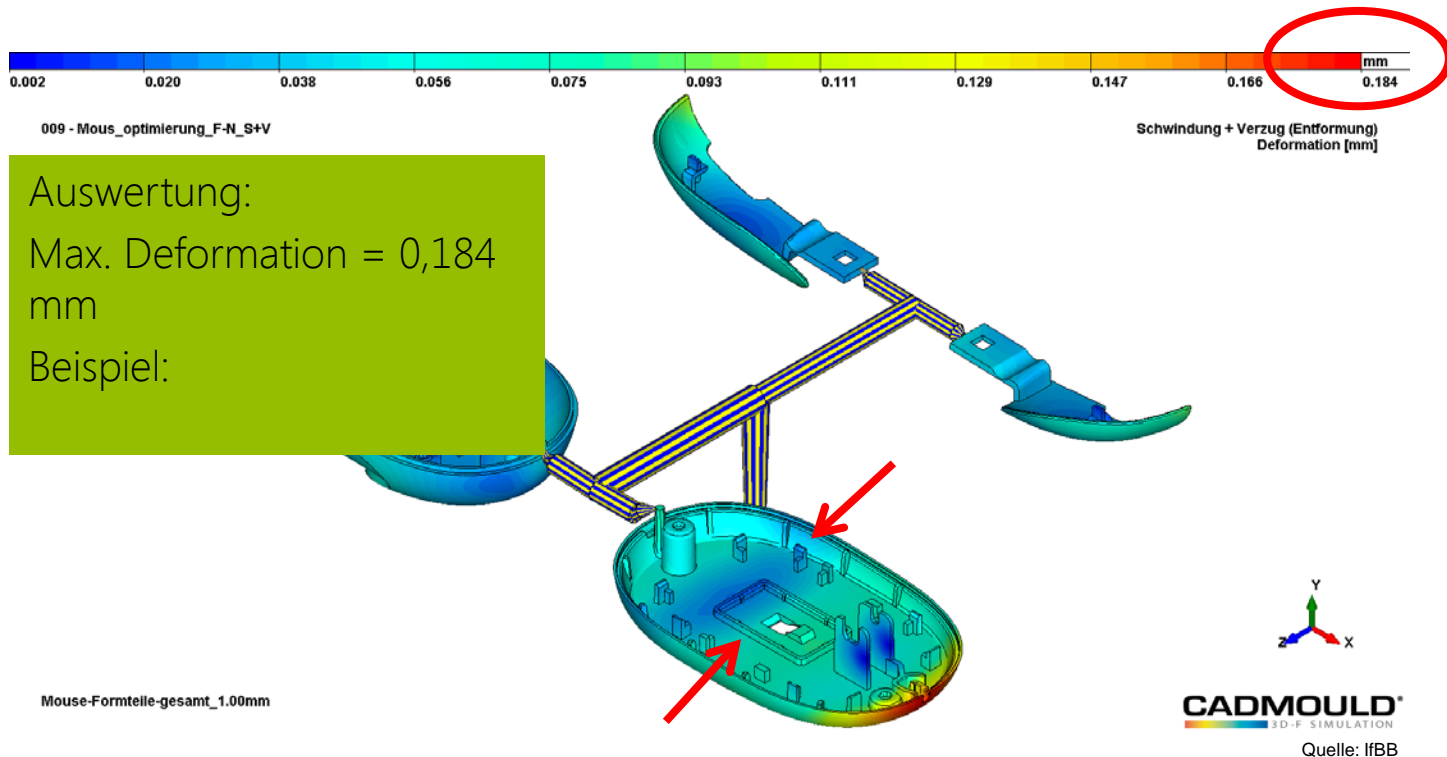


# 4. Faires Computermaus-Gehäuse

## *Ergebnisse Simulation Cadmould®*

2. Simulation:

Auswertung: „Schwindung und Verzug (Entformung)“ / „Deformation (mm)“

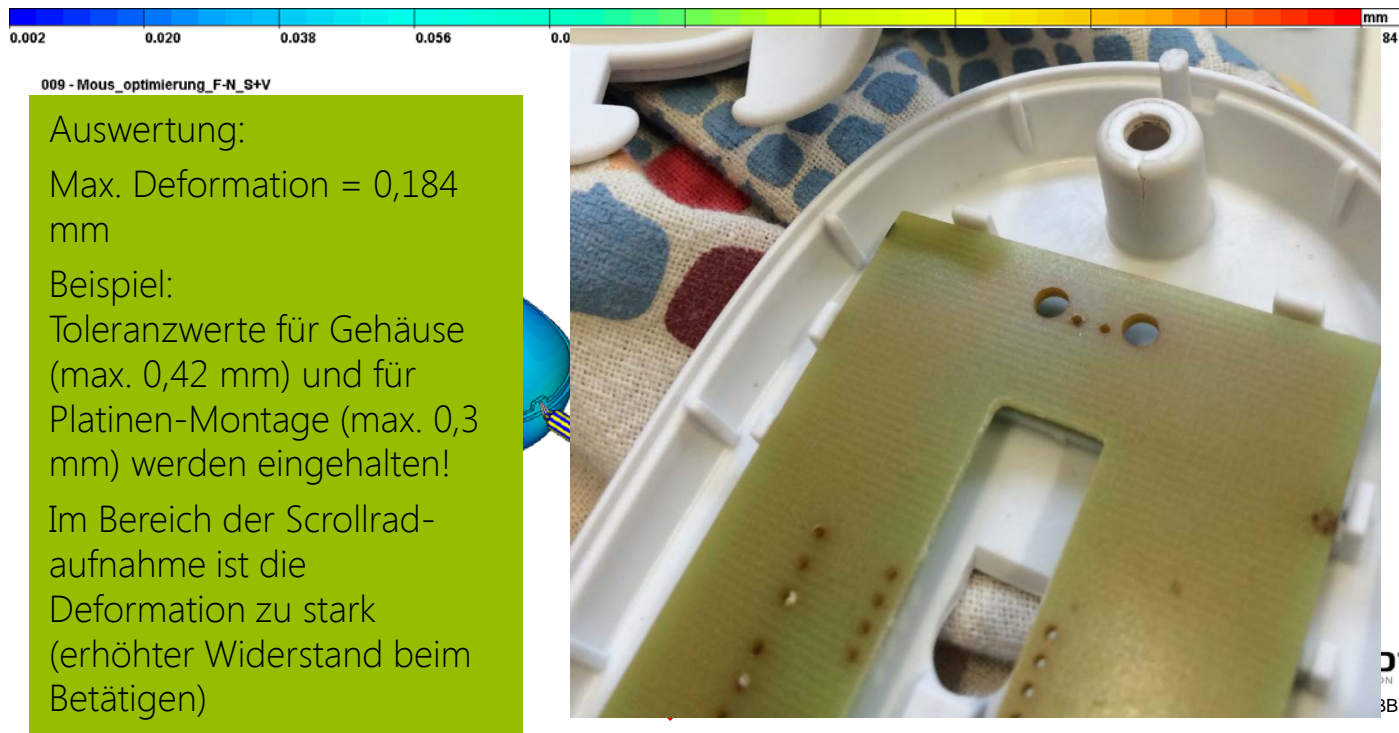


# 4. Faires Computermaus-Gehäuse

## *Ergebnisse Simulation Cadmould®*

### 2. Simulation:

Auswertung: „Schwindung und Verzug (Entformung)“ / „Deformation (mm)“



# 4. Faires Computermaus-Gehäuse

## *Ergebnisse Simulation Cadmould®*



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

Als Folge der Simulationsergebnisse

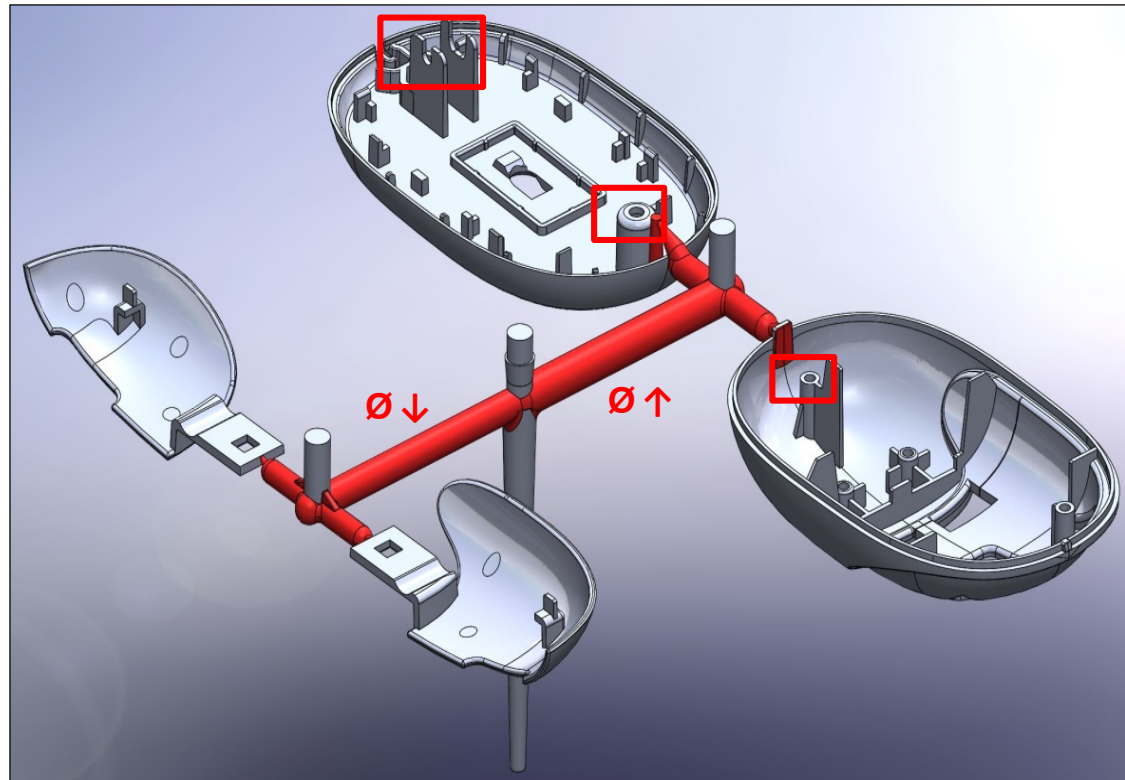
Anguss-System  
austariert

→ Durchmesser  
optimiert (bezogen auf  
Kavitätsvolumen und  
Fließfähigkeit)

Anschnitte optimiert  
(alle 1 mm)

Verstärkung an  
Schraubdomen

Scrollradachse  
angepasst (laut De-  
formationsergebnis)



Quelle: TPK Kunststofftechnik



## 5. ZUSAMMENFASSUNG

# 5. Zusammenfassung

## *Ergebnisse Simulation Cadmould®*

Maßnahme	Ergebnis	
Materialanpassung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Erfüllung des Eigenschaftsprofils</li></ul>	✓
Spritzgießsimulation Cadmould® 3D-F	<ul style="list-style-type: none"><li>• Abbildung des Werkzeugs</li><li>• Simulation des Fließverhaltens</li><li>• Optimale Verarbeitungsparameter</li><li>• Identifizierung von Schwachstellen (z. B. Anguss)</li></ul>	✓
Werkzeuganpassung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anpassung des Werkzeugs für vollautomatischen Betrieb</li><li>• Beseitigung von kritischen Mängeln</li></ul>	✓
Prozessoptimierung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Optimale Verarbeitungsparameter inkl. Entformung eingestellt (in Anlehnung an Simulation)</li></ul>	✓

# 5. Zusammenfassung

## *Schlussfolgerungen*

Biobasierte Kunststoffe sind eine gute Alternative → Optimierungspotenzial zur Anpassung vorhandener Produkte (oder neuer) in vielen Verfahrensstufen möglich:

### 1. Gezielte Materialmodifizierung

Gezielter Einsatz spezifischer Additive ermöglicht weitere Optimierung im Spritzprozess (besonders Zykluszeit) sowie Einstellung spezieller Bauteileigenschaften

### 2. Spritzgießsimulation

Prozessoptimierung inkl. Zykluszeit und Füllverhalten

Aufzeigen von Schwachstellen im Werkzeug (ungleiches Füllverhalten identifiziert)

Kostenreduktion und Entwicklungszeitverkürzung (auch bei bestehenden Werkzeugen)

### 3. Werkzeuganpassung (Folge der Simulationsergebnisse)

Material- und Zeitersparnis → Kostenreduktion bei Werkzeugbearbeitung



Quelle: IfBB

Alle Bauteilanforderungen werden vom biobasierten Kunststoff erfüllt!

**! Erfolgreiche Substitution: von petrobasiertem zu biobasiertem Kunststoff !**