

**Zertifizierte Fachkraft  
für das Kunststoffspritzgießen  
gemäß Qualifizierungsnorm des**



**Modul 1 - 4**



---

Herausgeber  
Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH  
Erich-Zeigner-Allee 44  
04229 Leipzig

° Der Nachdruck, die Übernahme auf elektronische Medien, sowie Kopien des Textes und die Verwendung des Bildmaterials sind, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet

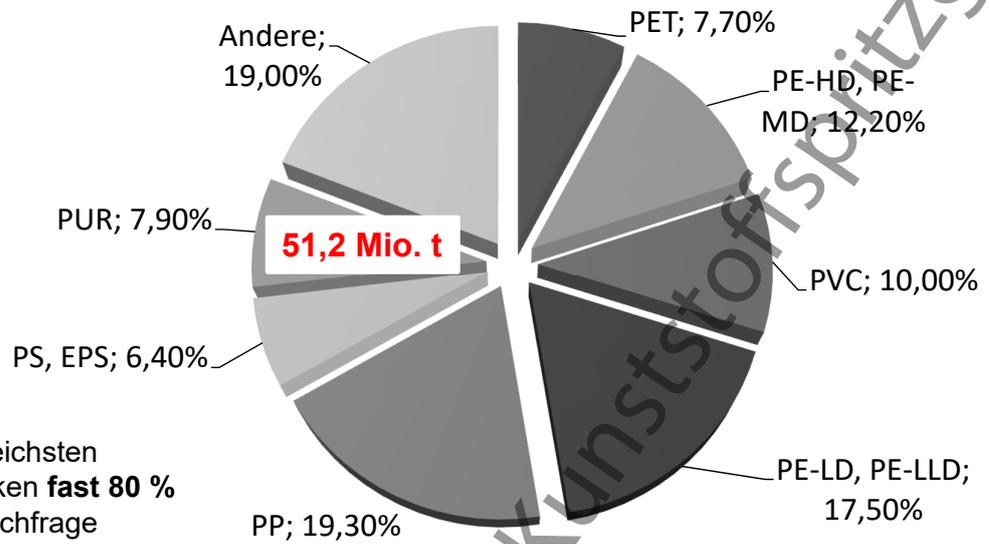
# Inhaltsverzeichnis Modul 1 bis 4

Informationsblatt zur KUZ gGmbH

Arbeits- und Gesundheitsschutzbelehrung

<b>Vorträge</b>	<b>Seite</b>
Kunststoffkunde .....	6
- Erweiterte Kunststoffkunde für Spritzgießer	
- Verarbeitungsrelevante Prüfmethoden und ausgewählte Kunststofftypen	
- Kunststofferkennung	
- Additive	
Verfahren .....	120
Berechnung .....	204
Maschinentchnik .....	220
Fähigkeitsnachweis .....	266
Werkzeugtechnik .....	284
Temperierung .....	400
Periphere Technik .....	454
SG-Fehler .....	504
SG-Optimierung .....	614
Systematisches Einrichten .....	668
Sonderverfahren .....	718
Werkzeugwechsel (Maschinentraining) .....	774

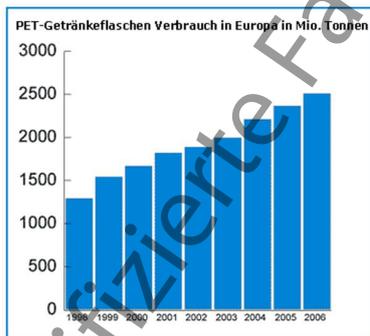
## Kunststoffnachfrage in der EU 2018



Die 6 bevölkerungsreichsten Länder Europas decken **fast 80 %** der europäischen Nachfrage

Quelle: PlasticsEurope: "Plastics – the Facts 2019"

## Kunststoffe verdrängen andere Materialien



Quelle: [www.igem.tu-darmstadt.de](http://www.igem.tu-darmstadt.de)



Quelle: [img.medicaexpo.de](http://img.medicaexpo.de)



Quelle: [www.konsens.de](http://www.konsens.de)



Quelle: [www.dr-schreckenbach.de/htdocs/therapie/zahnersatz/metallfreie\\_arbeiten\\_01.html](http://www.dr-schreckenbach.de/htdocs/therapie/zahnersatz/metallfreie_arbeiten_01.html)



Quelle: [www.wpc-preisbrecher.de/wpc-terrassendielen-kaufen.html](http://www.wpc-preisbrecher.de/wpc-terrassendielen-kaufen.html)

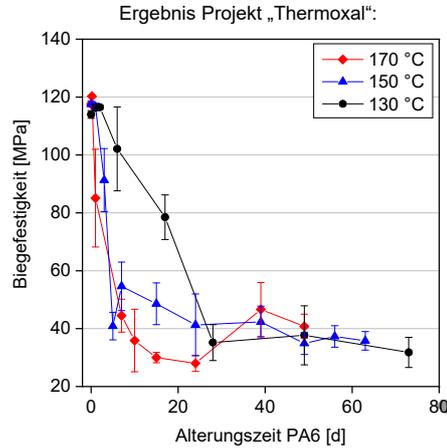


Quelle: [www.computerbild.de](http://www.computerbild.de)

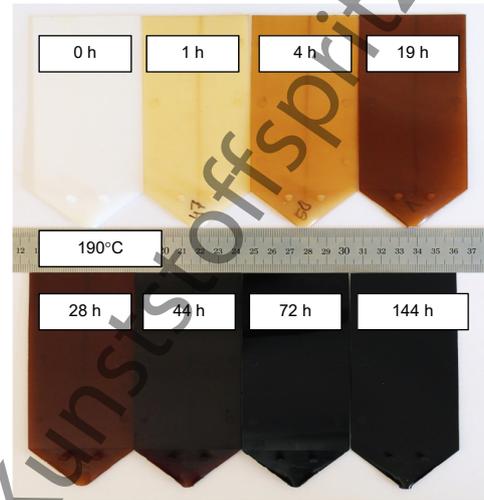
### = Erscheinungsbild der Oxidation:

Vergilbung, Verlust von Glanz und Transparenz, Kreidung, Oberflächenversprödung, Verlust der mechanischen Eigenschaften

Bsp. PP: Spotalterung



Bsp. PA6: Flächige Alterung



- Verlangsamt bzw. verhindert die Oxidation von anderen Substanzen
- Während Herstellung, Lagerung, Verarbeitung und Gebrauch der Kunststoffe sind diese Sauerstoff ausgesetzt → Kettenabbau durch Oxidation und Bildung von Radikalen

### Mögliche Folgen:

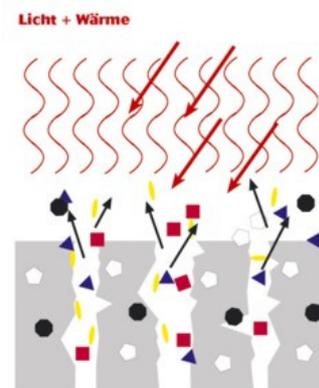
Vergilbung, Verlust von Glanz und Transparenz, Kreidung, Oberflächenversprödung, Verlust der mechan. Eigenschaften

### Primäre Antioxidantien:

= Radikalfänger  
typisch: sterisch gehinderte Phenole, aromatische Amine

### Vorbeugende oder sekundäre AO:

zerstören Hydroperoxide (verhindern weitere Reaktionen mit der Polymerkette)  
typisch: Phosphite, Schwefelverbindungen



→ Kombination beider Typen verbessert die Wirksamkeit

**Formteil aus ABS**

$T_m$	=	240°C	[220-260°C]
$T_w$	=	65°C	[50-80°C]
$T_e$	=	100°C	
$a_{eff}$	=	0,08 mm <sup>2</sup> /s	
$s$	=	2 mm	

**KOSTEN!!!**

Längere Kühlzeit

Für Platte, **mittlere Entformungstemperatur**

$$t_k = \frac{s^2}{\pi^2 \cdot a_{eff}} \ln \left[ \frac{8}{\pi^2} \left( \frac{T_m - T_w}{T_e - T_w} \right) \right] = \frac{(2 \text{ mm})^2}{\pi^2 \cdot 0,08 \text{ mm}^2/\text{s}} \ln \left[ \frac{8}{\pi^2} \left( \frac{240^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}} \right) \right] = 7,09 \text{ s}$$

Für Platte, **Entformungstemperatur in der Plattenmitte**

$$t_k = \frac{s^2}{\pi^2 \cdot a_{eff}} \ln \left[ \frac{4}{\pi} \left( \frac{T_m - T_w}{T_e - T_w} \right) \right] = \frac{(2 \text{ mm})^2}{\pi^2 \cdot 0,08 \text{ mm}^2/\text{s}} \ln \left[ \frac{4}{\pi} \left( \frac{240^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}} \right) \right] = 9,38 \text{ s}$$

**Formteil aus ABS**

$T_{m1}$	=	230°C	[220-260°C]
$T_{m2}$	=	250°C	[220-260°C]
$T_w$	=	65°C	[50-80°C]
$T_e$	=	100°C	
$a_{eff}$	=	0,08 mm <sup>2</sup> /s	
$s$	=	2 mm	

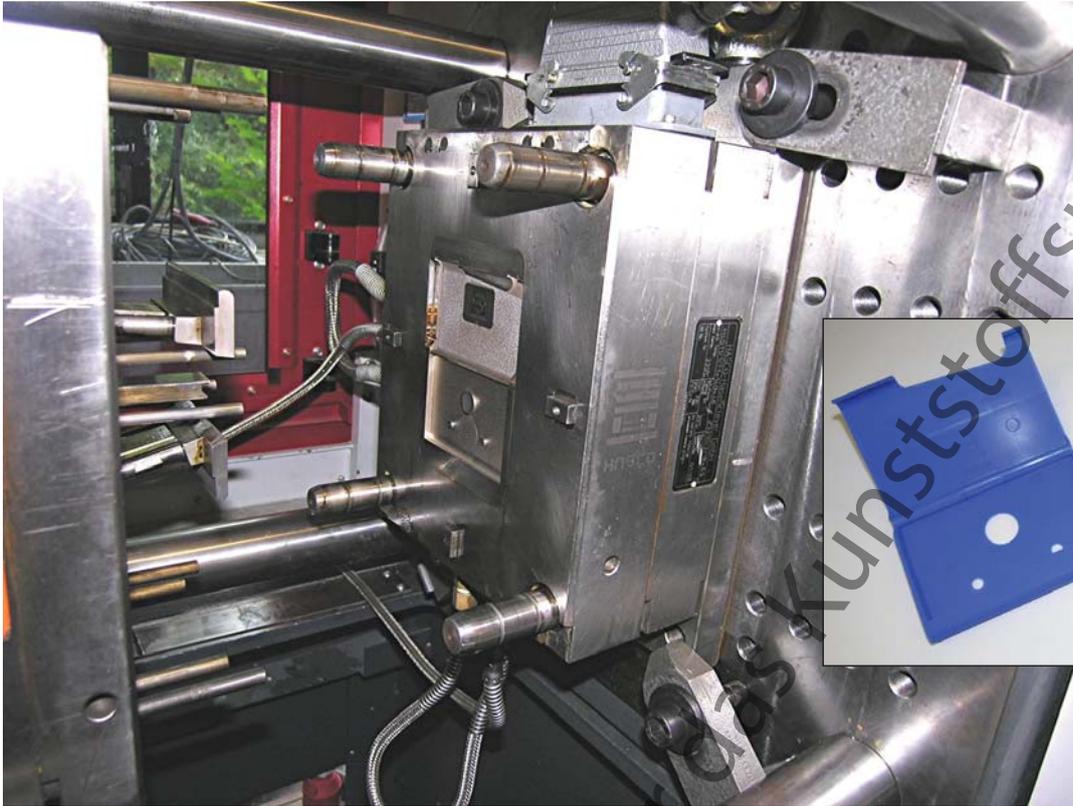
$\Delta T_m = 20^\circ\text{C}$

$\Delta t_k = 0,58 \text{ s}$

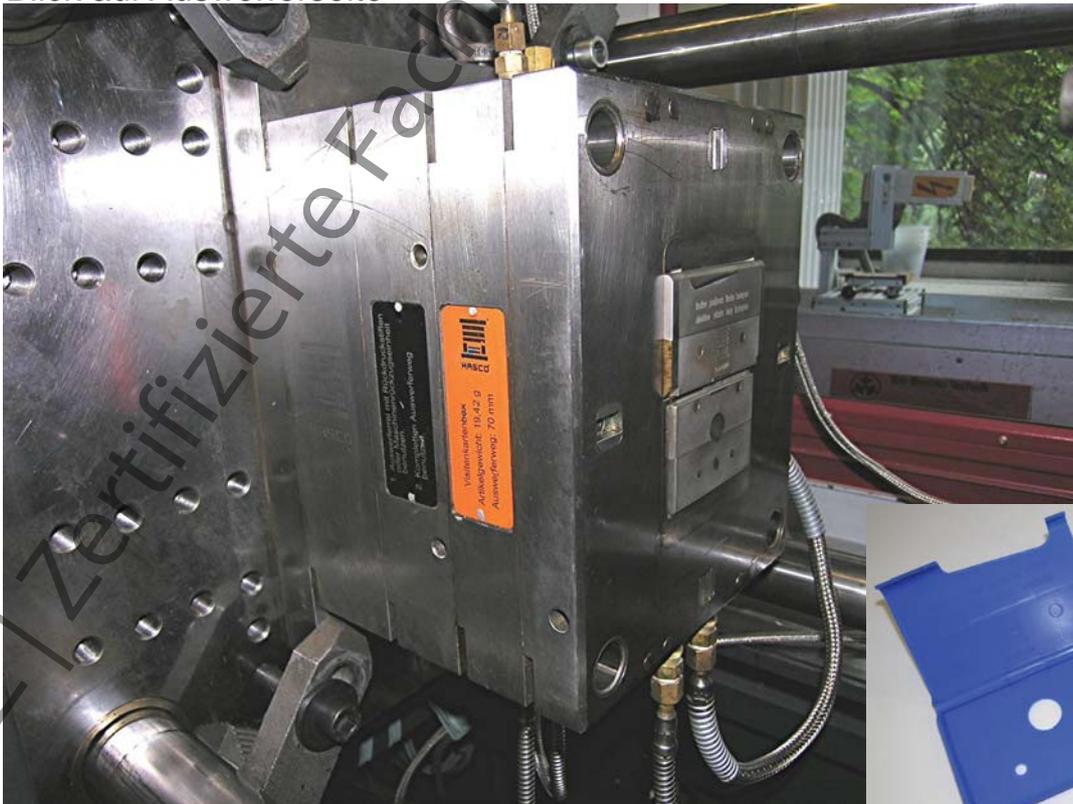
$$t_{k1} = \frac{s^2}{\pi^2 \cdot a_{eff}} \ln \left[ \frac{8}{\pi^2} \left( \frac{T_{m1} - T_w}{T_e - T_w} \right) \right] = \frac{(2 \text{ mm})^2}{\pi^2 \cdot 0,08 \text{ mm}^2/\text{s}} \ln \left[ \frac{8}{\pi^2} \left( \frac{230^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}} \right) \right] = 6,79 \text{ s}$$

$$t_{k2} = \frac{s^2}{\pi^2 \cdot a_{eff}} \ln \left[ \frac{8}{\pi^2} \left( \frac{T_{m2} - T_w}{T_e - T_w} \right) \right] = \frac{(2 \text{ mm})^2}{\pi^2 \cdot 0,08 \text{ mm}^2/\text{s}} \ln \left[ \frac{8}{\pi^2} \left( \frac{250^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}} \right) \right] = 7,37 \text{ s}$$

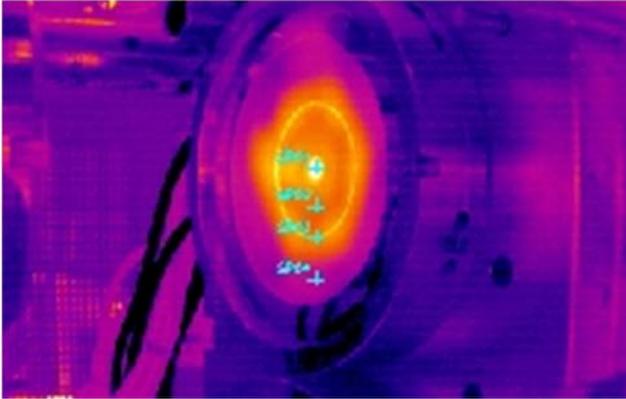
Blick auf Düsenseite



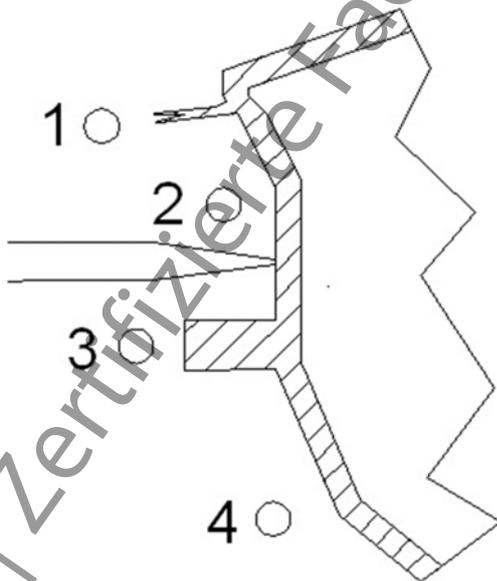
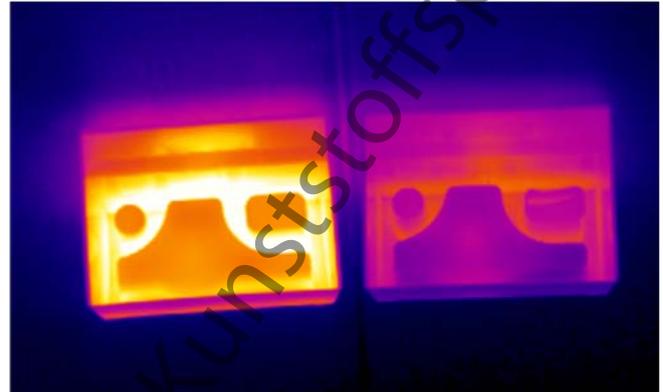
Blick auf Auswerferseite



1) Mit Temperiergerät

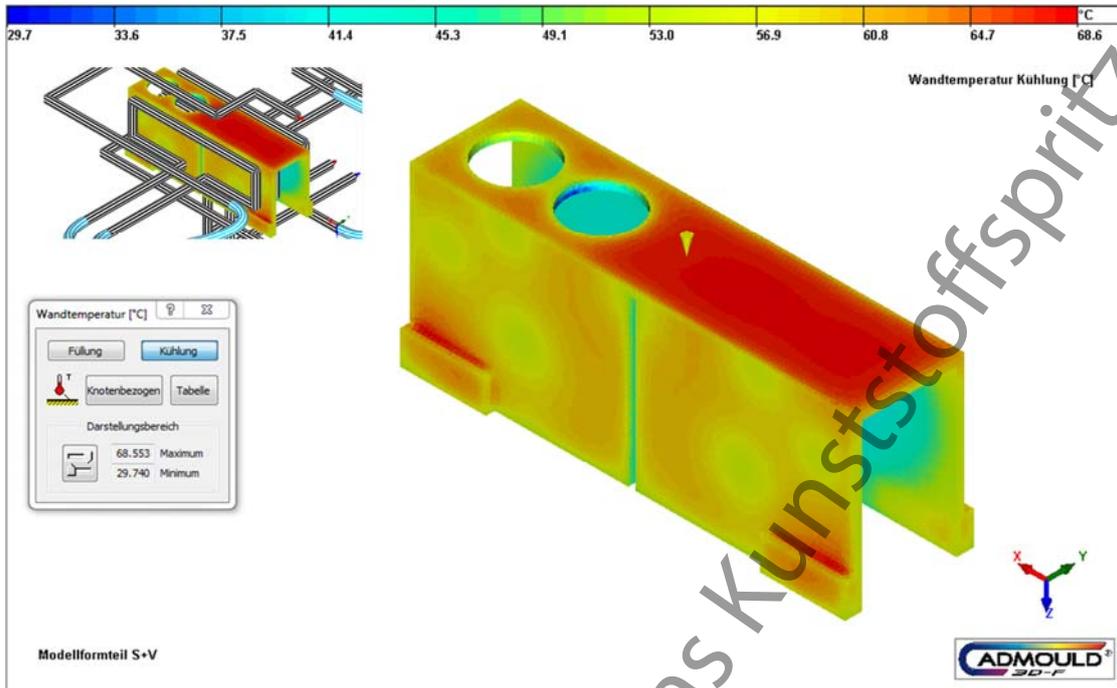


2) Mit Impulstemperierung

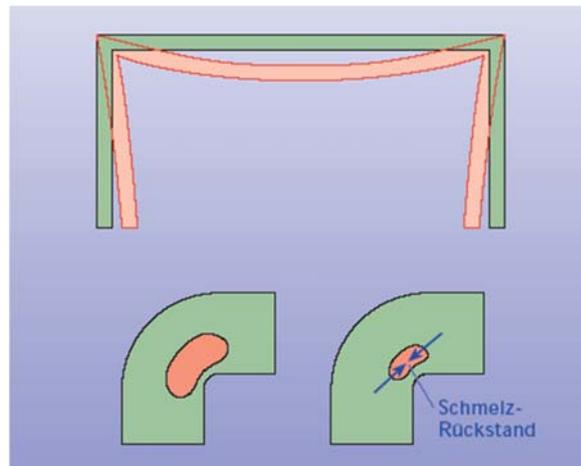
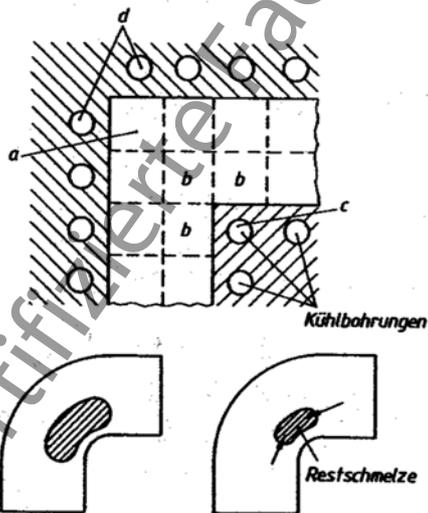


Kühlbedarf:

- 1: **gering**, komplizierte Geometrie, Fließen des Kunststoffes muss gewährleistet sein
- 2: **hoch**, angussnah
- 3: **sehr hoch**, Materialanhäufung angussnah
- 4: **mittel**, einfache Geometrie, angussfern, durchschnittliche Wandstärke



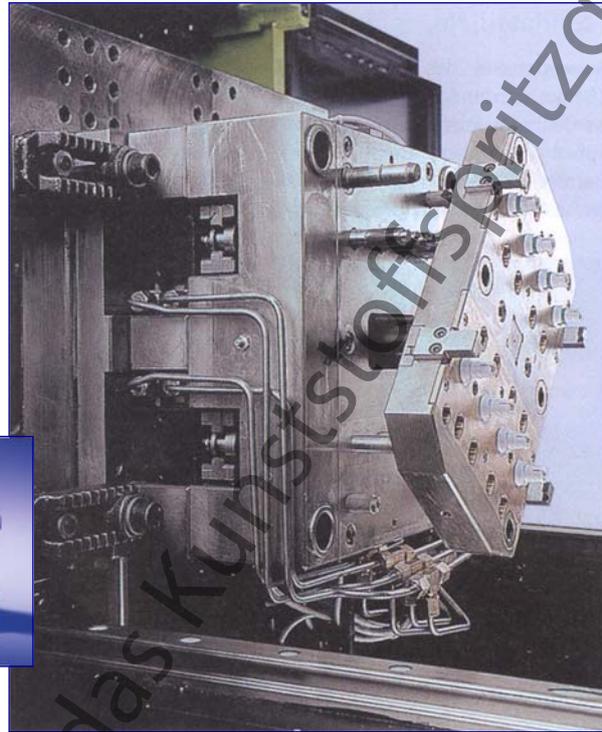
Erstarren der Schmelze an einer Formteilecke



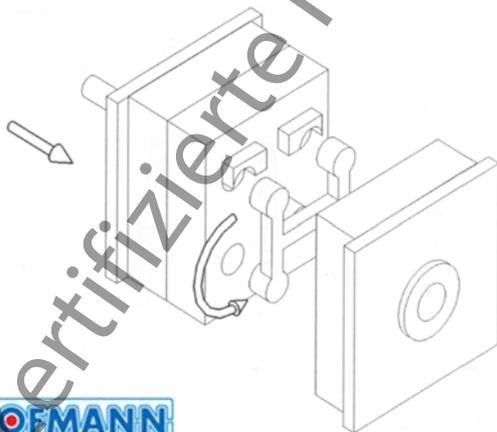
Beispiel:

2x4-fach Spritzgießwerkzeug -  
Indexplatte

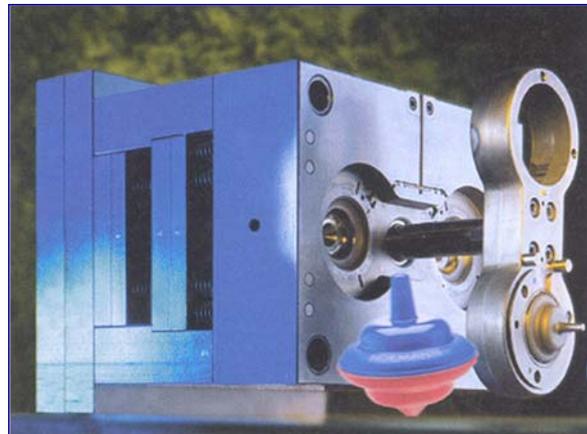
Dichtverschluss aus Werkstoff:  
PP + TPE



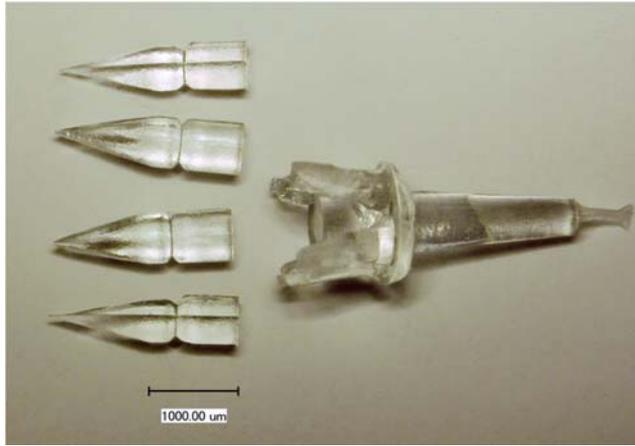
**ENGEL** AUSTRIA GmbH



**HOFMANN**  
WERKZEUBAU



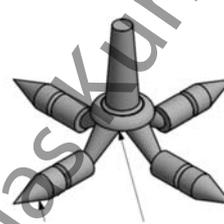
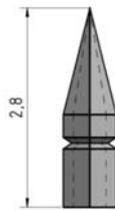
## Formteilbeispiel Implantat – Formteil und Spritzling



Templax Quint

Templax

"Spritzling"



## Formteilbeispiel Implantat – Kosten

Implantat	Herkömmlich 4fach (Modellrechnung)	Herkömmlich 8fach (Modellrechnung)	Herkömmlich 48fach (hypothetisch)	formicaPlast 4fach (real)
Formteilvermögen Schussvolumen Formteilanteil	0,61 mm <sup>3</sup> 500 mm <sup>3</sup> 0,49 %	0,61 mm <sup>3</sup> 500 mm <sup>3</sup> 0,98 %	0,61 mm <sup>3</sup> 500 mm <sup>3</sup> 5,86 %	0,61 mm <sup>3</sup> 4,1 mm <sup>3</sup> 59,5 %
• Formmasse Preis Formmasse Preis Formmasse f. Formteil	Resomer 5000 €/kg 62,5 €/100	Resomer 5000 €/kg 31,25 €/100	Resomer 5000 €/kg 5,21 €/100	Resomer 5000 €/kg 0,51 €/100
Rel. Werkzeugpreis	1,2	1,6	4	1
Zykluszeit	12 s	12 s	12 s	10 s

Fertigung 10 000 Stück:

~8 h

~4 h

<1 h

~7 h

