

## Maßhaltigkeit von Formteilen

Welche drei Normen soll ich anwenden?  
DIN 16742, ISO 20457 und DIN ISO 20457



## **Inhaltsverzeichnis**

*Informationsblatt zur KUZ gGmbH*

*Arbeits- und Gesundheitsschutzbelehrung*

*Arbeitsschutz /Hygienemaßnahmen*

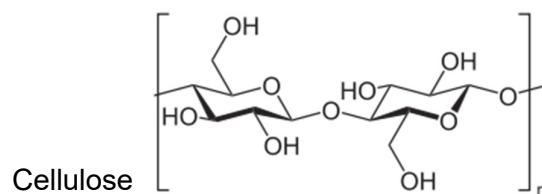
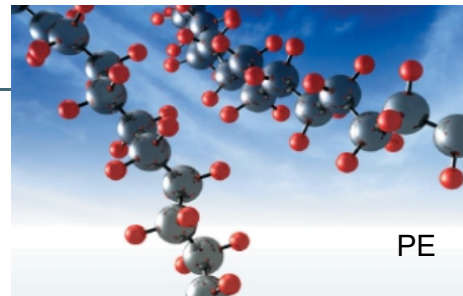
<b>Vorträge</b>	<b>Seite</b>
<i>Werkstoffeigenschaften der Kunststoffe .....</i>	<i>8</i>
<i>Maßhaltigkeit von Kunststoffteilen .....</i>	<i>31</i>
<i>Grundsätze und aktuelle Schwachstellen der Formteil-Tolerierung .....</i>	<i>63</i>
<i>Werkzeugkonzeption und deren Einfluss auf die Maßhaltigkeit von Formteilen .....</i>	<i>78</i>
<i>Einflussfaktoren für Maß-, Gestaltabweichungen und Schwindung .....</i>	<i>93</i>
<i>Bestimmung der möglichen Toleranz nach DIN 16742 bzw. ISO 20457 .....</i>	<i>108</i>
<i>Ansätze in der Praxis mit ausgewählten Vorführungen .....</i>	<i>125</i>



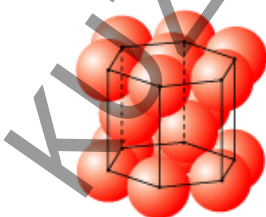
1. Einleitung
2. Aufbau Kunststoffe
3. Morphologie
4. Aufwärm- und Abkühlverhalten
5. Fließverhalten
6. Zuschlagstoffe
7. Zusammenfassung

1. Einleitung

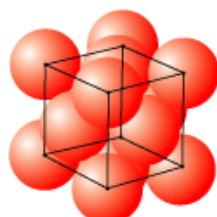
**Kunststoffe:** sind technische Werkstoffe, die aus Ketten organischer Makromoleküle mit verschiedenen funktionellen Gruppen bestehen und synthetisch bzw. durch chemische Umwandlung von Naturprodukten gewonnen werden. Sie sind bei der Verarbeitung unter bestimmten Bedingungen (Wärme, Druck) plastisch verformbar.



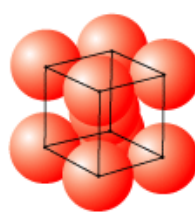
Gittertypen von Metallen



hexagonal dichteste Kugelpackung



kubisch dichteste Kugelpackung



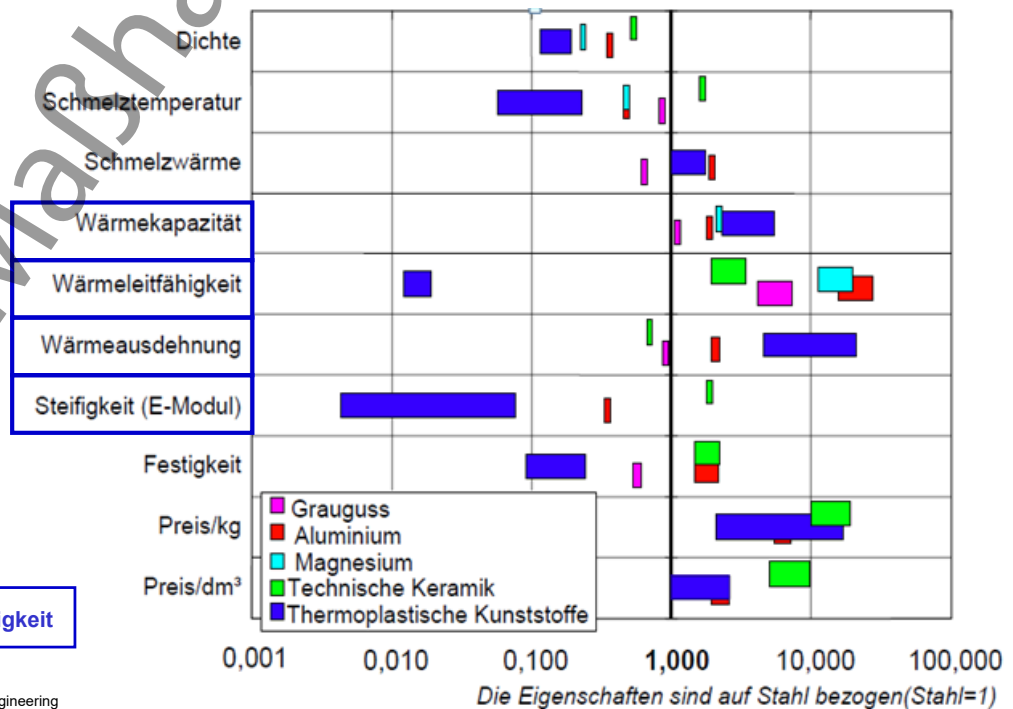
kubisch innenzentrierte Kugelpackung

**Metalle:** besitzen eine dreidimensionale Gitterstruktur, in der Atomrümpfe über Metallbindung miteinander verbunden sind, die von frei beweglichen Elektronen umströmt werden.

**Strukturelle Unterschiede Metall – Kunststoff**

Strukturmerkmal	Metalle	Kunststoffe
<b>Bausteine</b>	Atome	Makromoleküle
<b>Zusammenhalt Bausteine</b>	Metallbindung zwischen Atomen - hohe Festigkeit - gute elektr. Leitfähigkeit - gute Wärmeleitfähigkeit	Nebervalenzbindungen - geringe Festigkeit - keine elektr. Leitfähigkeit - schlechte Wärmeleitfähigkeit
<b>Ordnungszustand der Bausteine</b>	kristallin - einfache Gitter mit Gleitmöglichkeiten - elastisch-plastisches und temperaturabhängiges Verhalten bei Krafteinwirkung	amorph oder teilkristallin - viskoelastisches und temperaturabhängiges Verhalten bei Krafteinwirkung
<b>Gefüge</b>	Körner mit Korngrenzen	- amorph - Kristallite (nur bei teilkristallinen Kunststoffen)
<b>Einstellung der Gleichgewichtsstruktur (Morphologie)</b>	schnell (Atome)	langsam, temperatur- und zeitabhängig (große Moleküle)

**Einordnung der Eigenschaften von Kunststoffen**



Nachteilig für Maßhaltigkeit

Quelle: ipe – Institut für Produkt Engineering

### Füllstoff-Grundtypen (Beispiele)

Form	Kugel	Würfel	Quader	Plättchen	Faser
Aspect Ratio	1	~1	1.4-4	5-100	>10
Beispiele	Glaskugeln Silikat-kugeln	CaCO <sub>3</sub> CaSO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub> BaSO <sub>4</sub>	Glimmer Talkum Kaolin Graphit Al(OH) <sub>3</sub>	Glasfasern Asbest Wollastonit Cellulose-fasern C-Fasern

Aspect Ratio = Verhältnis aus Länge der Füllstoffpartikel  $L$  zu Dicke  $d$  ( $L/d$ ).

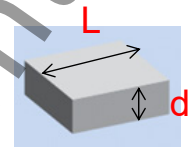


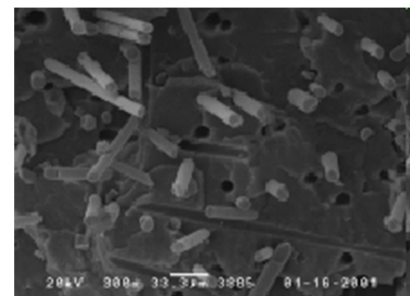
Tabelle 1: Teilchenformen von Zusatzstoffen für Kunststoffe [1].

### Füllstoff-Grundtypen nach der geometrischen Form

**eindimensional:** Fasern (Glas, Kohle, Naturfasern)

Vorteil: Kennwertverbesserung, geringere Schwindung

Nachteil: **Orientierung in strömender Schmelze**  
→ **Anisotropie der Eigenschaften**



**zweidimensional:** Glimmer, Silikate, Talkum, Graphit

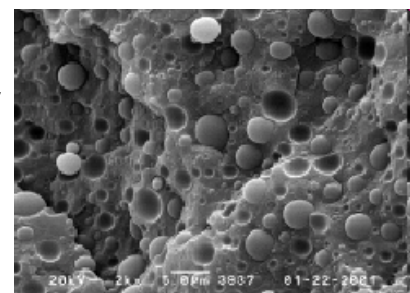
Vorteil: preisgünstig, merkliche Kennwertverbesserung, verminderte Schwindung

Nachteil: **Bindenaht (senkrecht zur Blättchenebene)**  
**geschwächt** → **Anisotropie der Eigenschaften**

**dreidimensional:** Glaskugeln, Kreide, Metall- u. Keramikpulver

Vorteil: wenige Verarbeitungsschwierigkeiten, gute Oberfläche, E-Modul erhöht, Kreide z.B. sehr billig,  
**keine Anisotropie**

Nachteil: Zugfestigkeit und Zähigkeit verringert



# Maßhaltigkeit von Kunststoff-Formteilen

## 2 Toleranzarten, Tolerierungsgrundsätze und Grundsätze der Formteilentwicklung

Dipl.-Ing. Dirk Falke

### Ingenieurbüro Falke

- **Formteilentwicklung**
- **Werkzeugkonstruktion**
- **Füll- und Verzugsanalysen**
- **Maschinenbaukonstruktion**
- **Gerichts-, Privat- und Schiedsgutachten**
- **Beratung Spritzguss-/ Werkzeugtechnik**
- **Seminare / Inhouse-Schulungen**  
**Lehrbeauftragter Hochschule Schmalkalden**
  
- **Obmann des Arbeitsausschusses der DIN 16742**
- **convener der ISO/TC 61/WG 3, ISO 20457**

ca. 1.850 Formteil- bzw. Werkzeugprojekte





INGENIEURBÜRO FALKE

Vernetzung



[www.tecpart.de](http://www.tecpart.de)



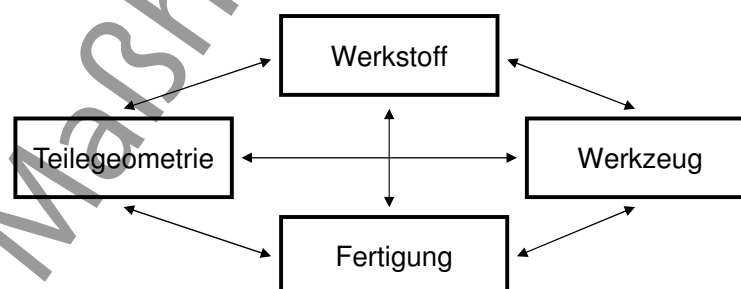
[www.vdwf.de](http://www.vdwf.de)



INGENIEURBÜRO FALKE

3

## Entscheidungsfelder zur Entwicklung und Fertigung maßhaltiger Kunststoff-Formteile



Seminarinhalt (siehe Themenübersicht):

Darstellung wesentlicher Aspekte dieses Beziehungsgeflechts zur erfolgreichen Bearbeitung und Koordinierung der Entscheidungsfelder

Seminarziel:

Vermittlung der Überzeugung, dass jedes Entscheidungsfeld gleichwichtig für die Erfüllung der Maßhaltigkeitsforderungen ist.



INGENIEURBÜRO FALKE

# Seminarschwerpunkte

- Metalle und Kunststoffe sind hinsichtlich der maßrelevanten Eigenschaften nicht oder nur extrem eingeschränkt vergleichbar. „Kunststoff ist kein weicher Stahl.“
- Kunststoff-Formteile sind immer mehr oder weniger verzugsgefährdet. Daher spielen die Form- und Lageabweichungen u. U. eine entscheidende Rolle. „Verzug ist nicht völlig vermeidbar, aber minimierbar.“
- Maßänderungen an Kunststoff-Formteilen müssen u. U. für drei unterschiedliche Maßbezugsebenen (Teileanwendung, Teilefertigung, Werkzeugfertigung) berücksichtigt werden, die durch verschiedene physikalisch-technische Kausalitätsbeziehungen und deren Überlagerung bestimmt sind. „Zum Beispiel sind Maßänderungen von Kunststoffen im Vergleich zu Metallen bei gleicher Temperaturschwankung ca. 5 bis 20mal größer.“
- Werkzeuge sind wichtige Produktionsmittel (Unikate) der Formteilmontage. Abhängig vom Formteilbedarf und den Qualitätsanforderungen ist der Aufwand für Konstruktion und Herstellung der Werkzeuge mit dem Ziel geringer Stückkosten konzeptionell zu optimieren. „Werkzeuge sind keine Stahlblöcke, die immer zu viel kosten.“
- Moderne Messverfahren ermöglichen bei entsprechendem Kostenaufwand die Messung vieler Maße selbst an simplen Teilen. Der Formteilmonteur sollte möglichst wenige funktionsbedingte Prüfmaße direkt tolerieren. „Es gibt Formteile, deren Herstellkosten zu 75% durch Vermessung verursacht wurden.“



INGENIEURBÜRO FALKE

## Maßtoleranznormen für Kunststoff-Formteile

DIN 7710 (Ausgaben: 1951, 1959, 1965/66)

DIN 16901 (Ausgaben: 1973, 1982,  
zurückgezogen 2009, aber nicht ungültig!)

DIN 16742 Nachfolgenorm!? von DIN 16901  
Oktober 2013 veröffentlicht

ISO 20457 September 2018

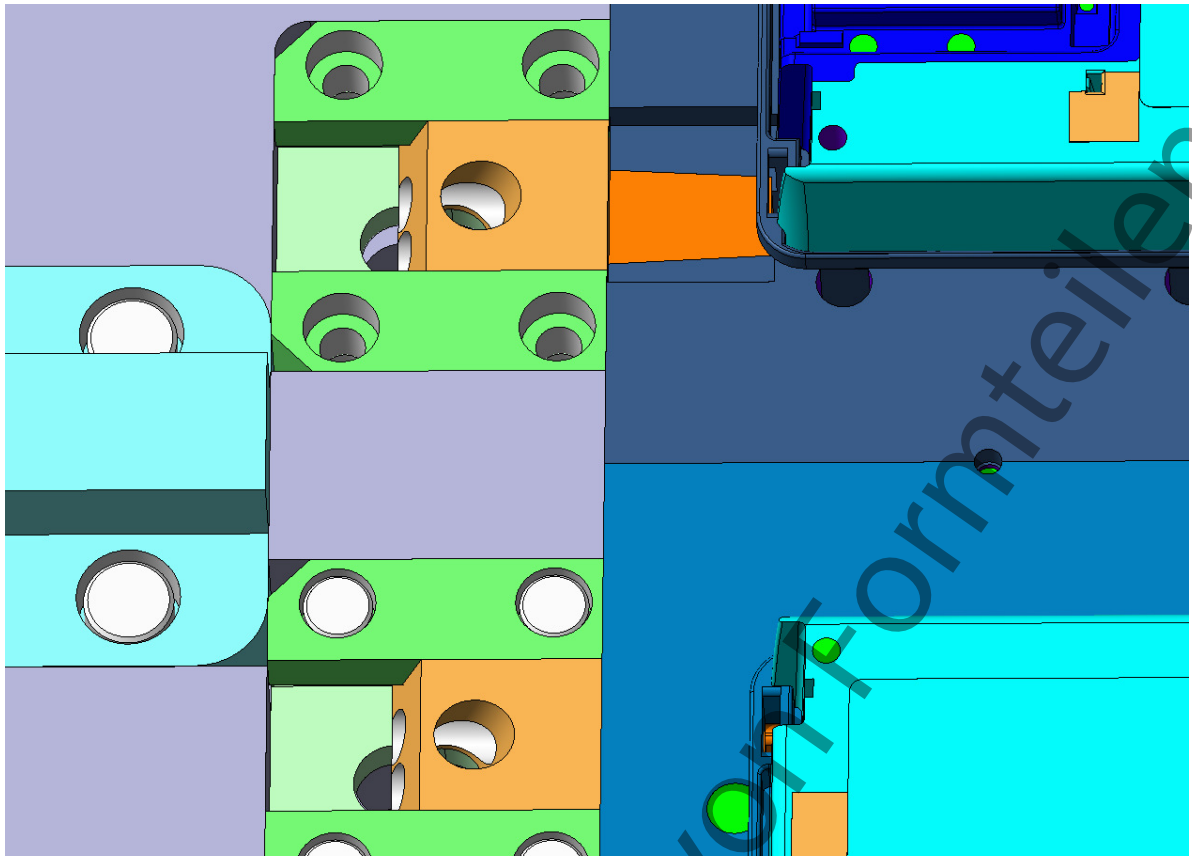
DIN ISO 20457 März 2020

DIN EN ISO 20457 wird beantragt  
voraussichtlich Ende 2021?



INGENIEURBÜRO FALKE

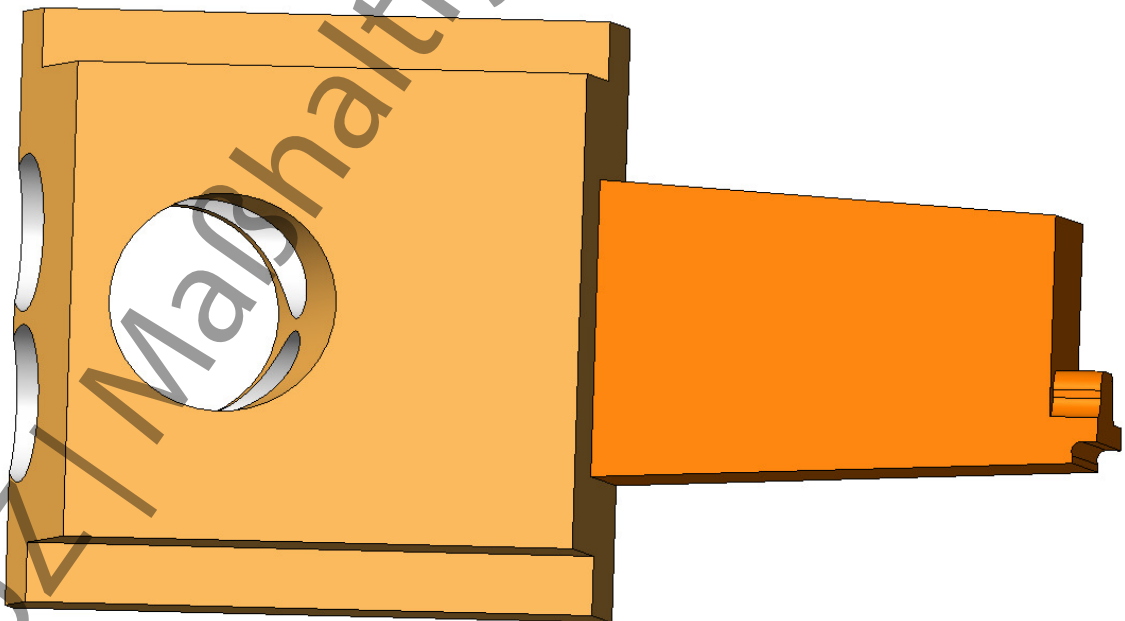




Schieber in komfortabler (teurer) Ausführung



INGENIEURBÜRO FALKE



komfortabler ungekühlter Schieber



INGENIEURBÜRO FALKE

### Worum geht es?

- Leitlinien für eine toleranzbewusste Produktgestaltung in der Kunststofftechnik
- Vermeidung überzogener Forderungen und unnötiger „Angst-Toleranzen“ bei der Gestaltung von Kunststoff-Formteilen
- Detaillierte Erläuterung zur Anwendung der DIN 16742
- Techniken beim Einsatz von Hilfsmitteln für die Toleranzfestlegung und -einhaltung in der Formteilentwicklung
- Verarbeitungstechnische Voraussetzung für die Einhaltung der Toleranzvorgaben



## Bindenahtfaktor gemessen an Zug- bzw. Schlagbiegeproben (1)

### Teilkristalline Kunststoffe

Werkstoffe	Bindenahtfaktoren Beanspruchungsart	
	zügig	schlagartig
PA6 (B3S)	≈1	
PA6 GF 30 (B3WG6)	0,6	
PA66 (A3K)	≈1	0,22
PA66 GF 35 (A3WG7)	0,55	
PE-HD (A120)	≈1	0,2
PP (5520)	0,92	
PP (5200)	0,85	
PBT (B4500)	0,95	
PBT (B1505)	0,96	
PBT GF 30 (B3235)	0,57	
PBT GF 30 (B4300G6)	0,6	

## Bindenahtfaktor gemessen an Zug- bzw. Schlagbiegeproben (2)

### Amorphe Kunststoffe

Werkstoffe	Bindenahtfaktoren Beanspruchungsart	
	zügig	schlagartig
PS (143E)	0,4 ( $T_M$ 180°C)	0,05 ( $T_M$ 180°C)
	0,8 ( $T_M$ 260°C)	0,4 ( $T_M$ 260°C)
PS (203)	0,64 ( $T_M$ 210°C)	
SB (333)	0,9	
SB (475K)	0,85	
ABS (867M)	≈1	0,6
ABS	0,75 bis 0,4	
ABS GF 15 (2803G3)	0,55	0,3
PC-GF 10	0,85	
PC-GF 20	0,58	
PC-GF 40	0,47	