

# FERTIGUNGSTECHNIK 04

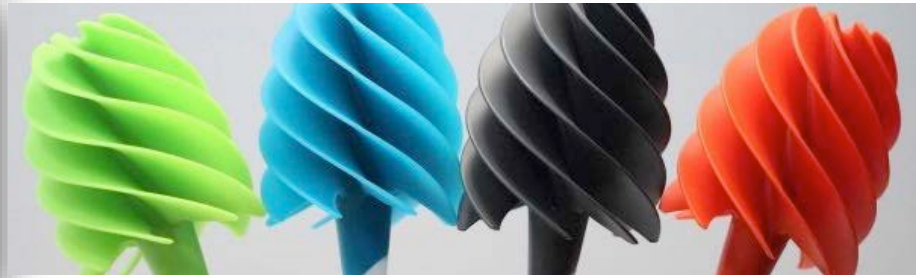


Wintersemester 2020/21

# GLIEDERUNG DER VORLESUNG

1	Einführung: Grundlagen der Fertigungstechnik		
2	Die verschiedenen Fertigungsverfahren		
2.1	Urformen (Gießen, Additiv, ...)	2.4	Fügen (Schweißen, Löten, ...)
2.2	Umformen (Massiv-, Blech-, ...)	2.5	Beschichten
2.3	Trennen (Drehen, Fräsen, ...)	2.6	Stoffeigenschaft ändern
3	Messen in der Fertigung		
4	Prüfungsvorbereitung		

# KUNSTSTOFFVAKUUMGUSS



# KUNSTSTOFFVAKUUMGUSSVERFAHREN



# KUNSTSTOFFVAKUUMGUSSVERFAHREN

- Gießverfahren zur Herstellung von Prototypen aus:
  - Polyurethan oder
  - Epoxid-Harz
- Herstellung größerer Anzahl möglich (bis ca. 20 Stück pro Form)

### Funktionsweise:

- Voraussetzung ist stets ein Urmodell  
→ Erzeugt Silikonform
- Zusätzliche Metalleinsätze ermöglichen hochgenaue Konturen



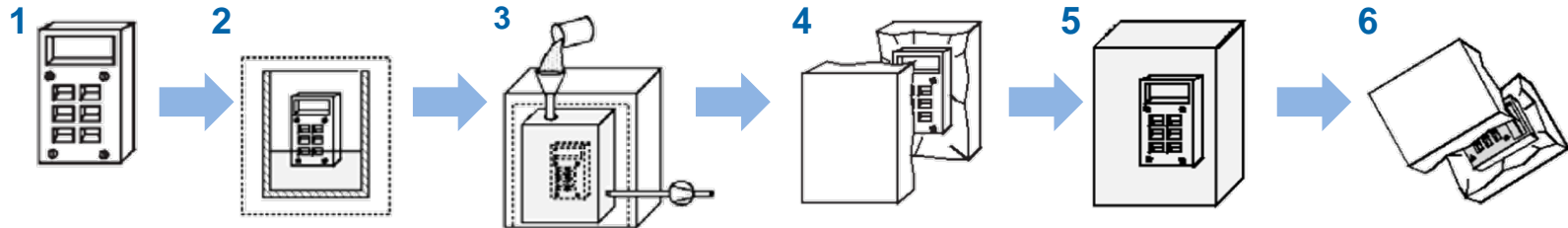
## 2.1 Urformen

# KUNSTSTOFFVAKUUMGUSSVERFAHREN

## Verfahren:

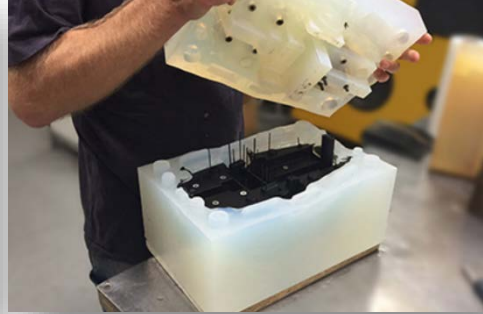
- Herstellung eines Prototyps (z. B. mittels AM) → dient als Urmodell für eine Gießform → **1**
- Einbau in einen Formkasten → **2**
- Evtl. Behandlung mit Trennspray
- Abguss erfolgt mit Silikon im Vakuum (Bessere Raumauffüllung, selbst bei schwierigen Geometrien) → **3**
- Entformen
- Aushärtung des Silikonabgusses in einer Wärmekammer
- Aufschneiden entlang der Trennebene → **4**
- Entnehmen des Urmodells

## Verfahrensablauf:



→ Zum Herstellen der Prototypenbauteile werden die beiden Formhälften erneut gefügt und unter Vakuum ausgegossen. → 5 / 6

# KUNSTSTOFFVAKUUMGUSSVERFAHREN



### Vorteile:

- + Einfache Handhabung
- + Hohe Abbildungstreue
- + Filigrane Konturen möglich
- + Hinterschneidungen möglich
- + Schneller und kostengünstiger als Spritzguss (geringe Werkzeugkosten)
- + Lunkerfreier Abguss

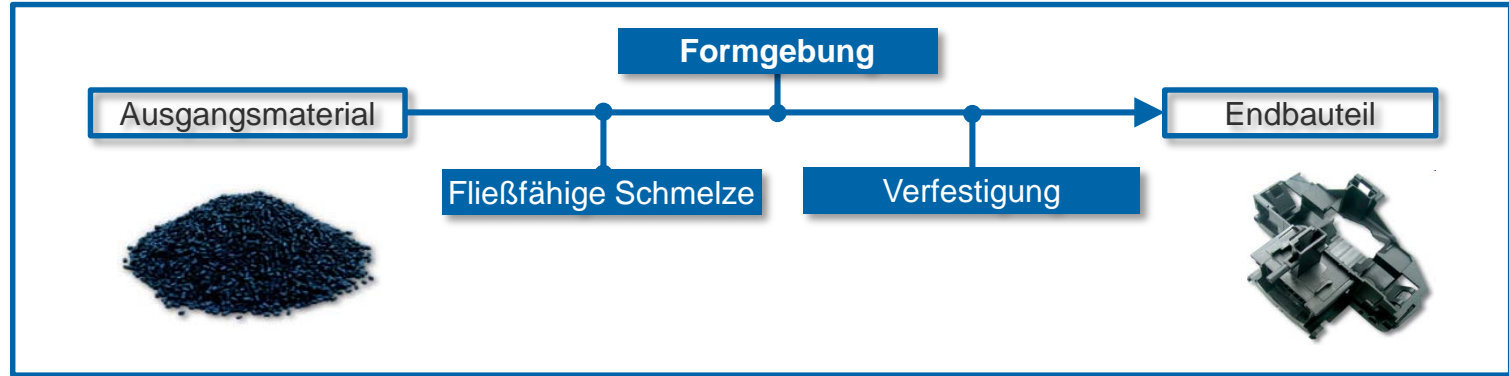
### Nachteile:

- Relativ aufwendig (manuelle Tätigkeiten)
- Teures Verfahren bei Stückzahl eins (zu AM) und größeren Stückzahlen (zu Spritzguss)
- Flexible Silikonform → geringere Genauigkeit
- Maschinell schwer abbildbar
- Eingeschränkte Materialpalette

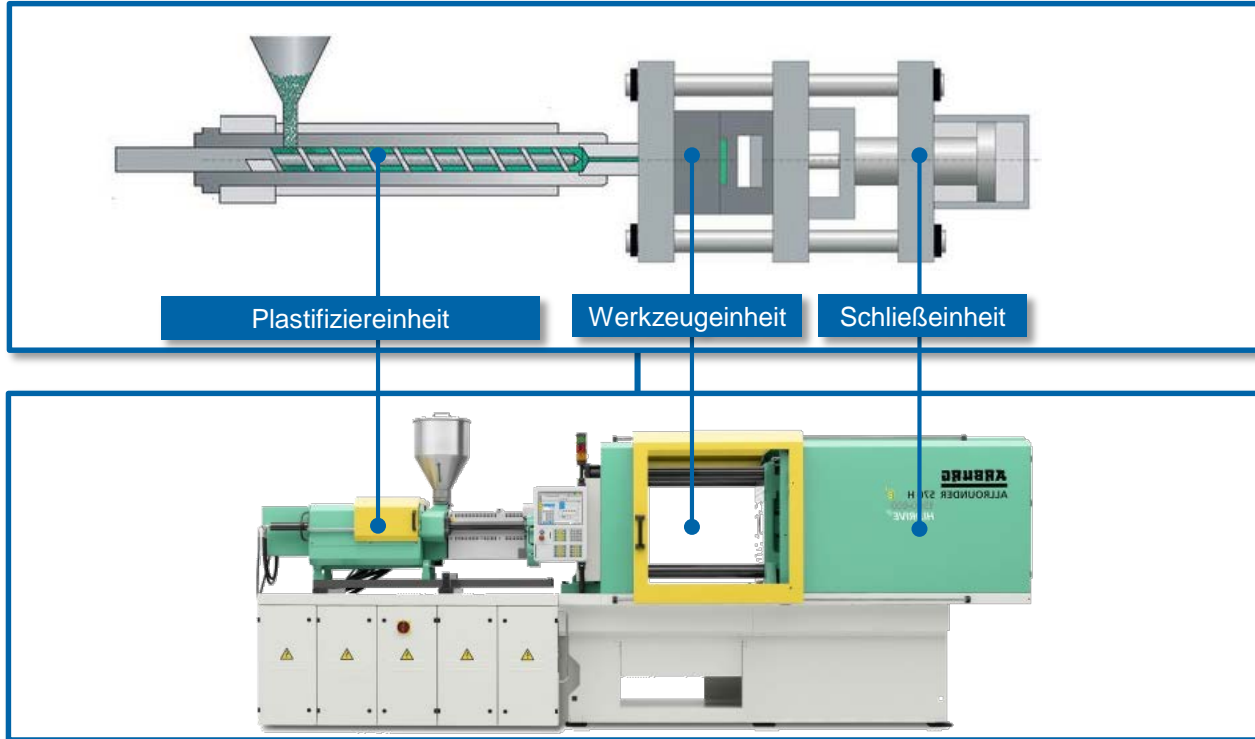
# SPRITZGUSS



# EINFÜHRUNG SPRITZGIESSEN



# EINFÜHRUNG SPRITZGIESSEN



# SPRITZGUSS



## 2.1 Urformen

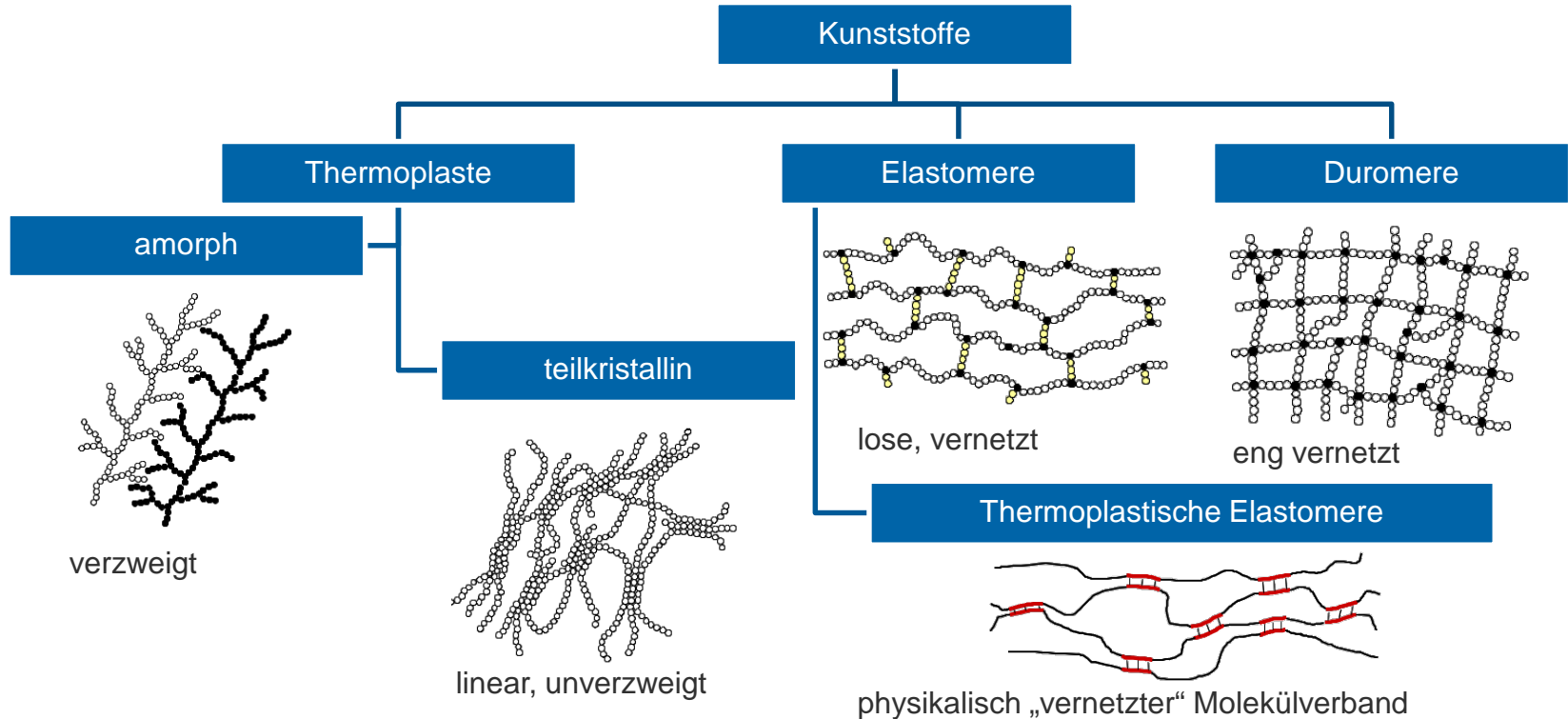
# EINFÜHRUNG - MERKMALE

**Spritzgießen – Eines der bedeutendsten Verfahren in der Kunststoffindustrie weil:**

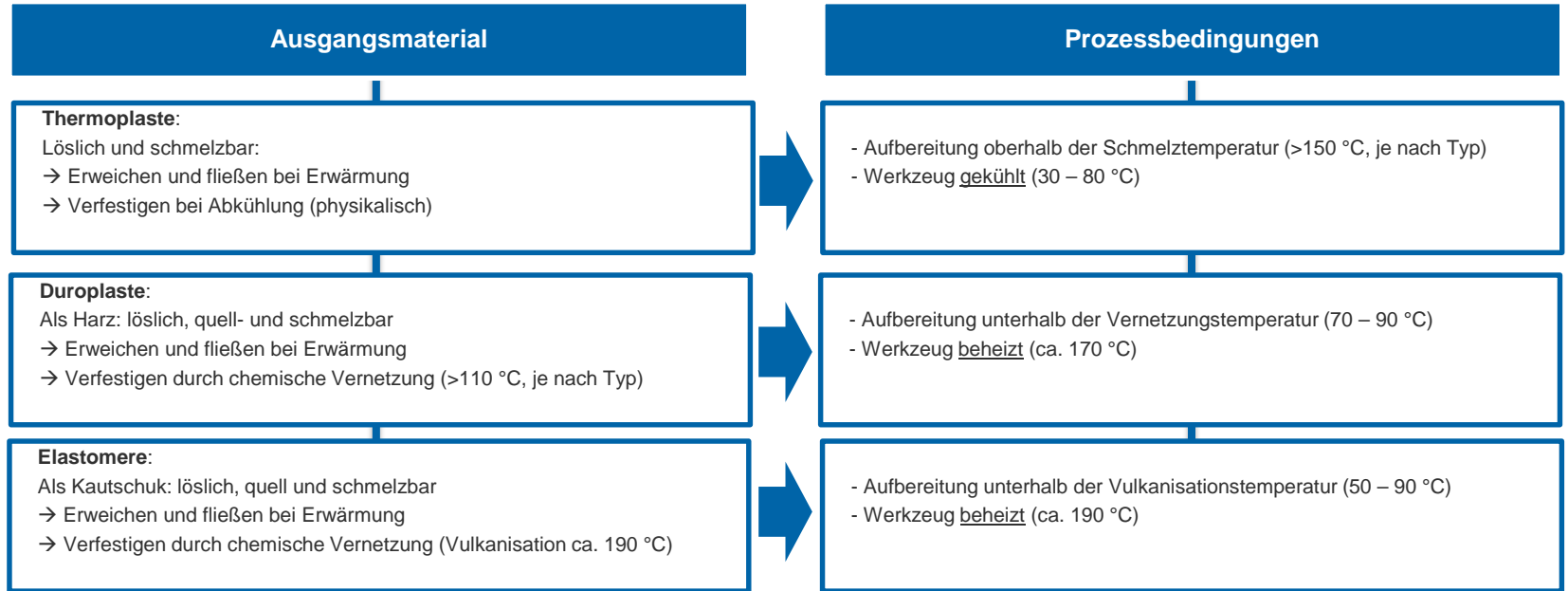
- Hochproduktives Verfahren für Stückzahlen von bis zu 50.000 Teile/Stunde
- Höchste Reproduzierbarkeit
- Vollkommen automatisierbar
- Nahezu nacharbeitsfrei
- Funktionalisierung durch Verfahrenskombinationen / Sonderverfahren
- Größtmögliche Designfreiheit, komplexe Geometrien
- Verschiedenste Bauteilgrößen (0,001g bis 100kg)
- Verschiedenste Anwendungen



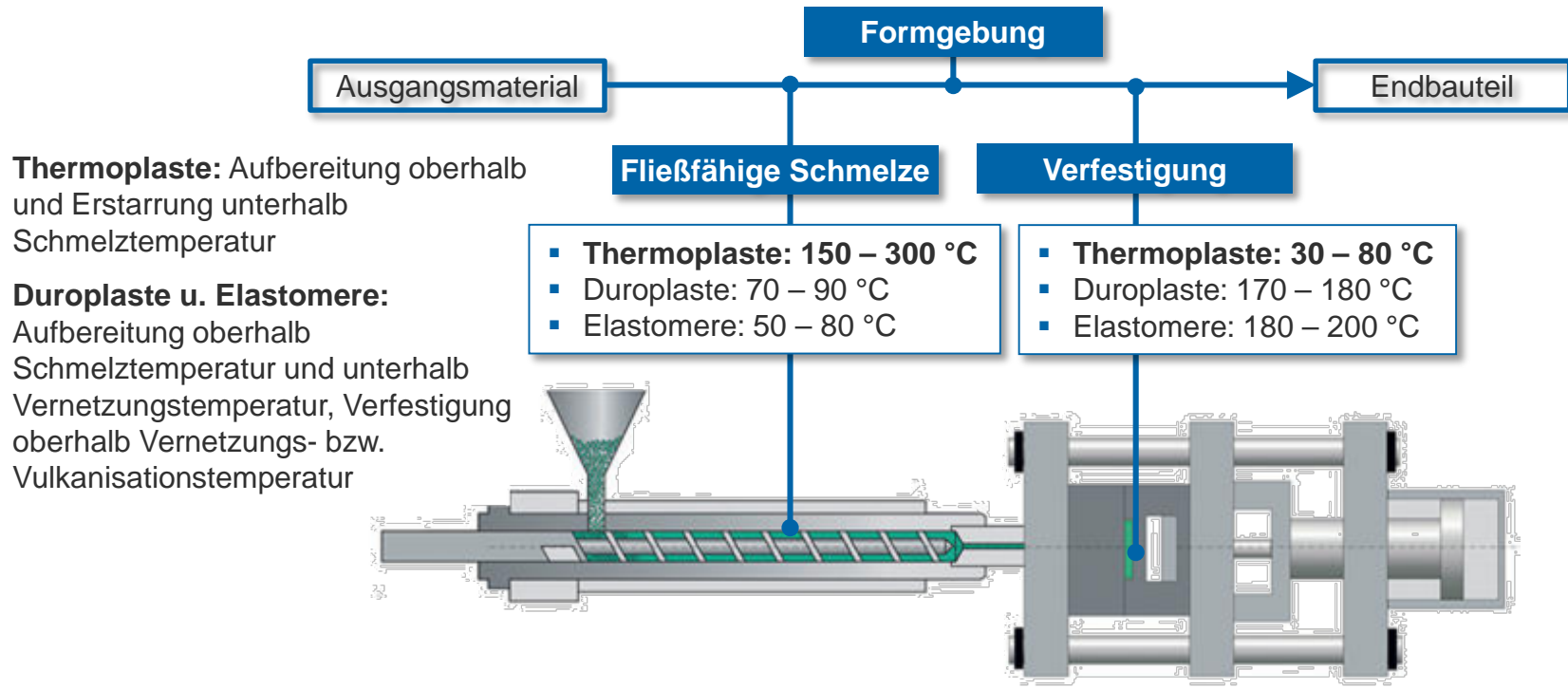
# WIEDERHOLUNG - KUNSTSTOFFE



# RANDBEDINGUNGEN



# RANDBEDINGUNGEN



**Thermoplaste:** Aufbereitung oberhalb und Erstarrung unterhalb Schmelztemperatur

**Duroplaste u. Elastomere:** Aufbereitung oberhalb Schmelztemperatur und unterhalb Vernetzungstemperatur, Verfestigung oberhalb Vernetzungs- bzw. Vulkanisationstemperatur

# SPRITZGUSSMASCHINE - ALLGEMEIN

## DIN 24450 - Maschinen zum Verarbeiten von Kunststoffen und Kautschuk

Maschine, die aus vorzugsweise makromolekularen Formmassen **diskontinuierlich** Formteile herstellt. Das Formen geschieht durch **Urformen unter Druck**. Ein Teil der in der Spritzgießmaschine plastifizierten Formmasse wird unmittelbar durch den Angusskanal in die Werkzeughöhlung (**Kavität**) gespritzt. Die wesentlichen Bestandteile einer Spritzgießmaschine sind Spritzeinheit und Schließeinheit, Maschinenbett, Antrieb und Steuerung.

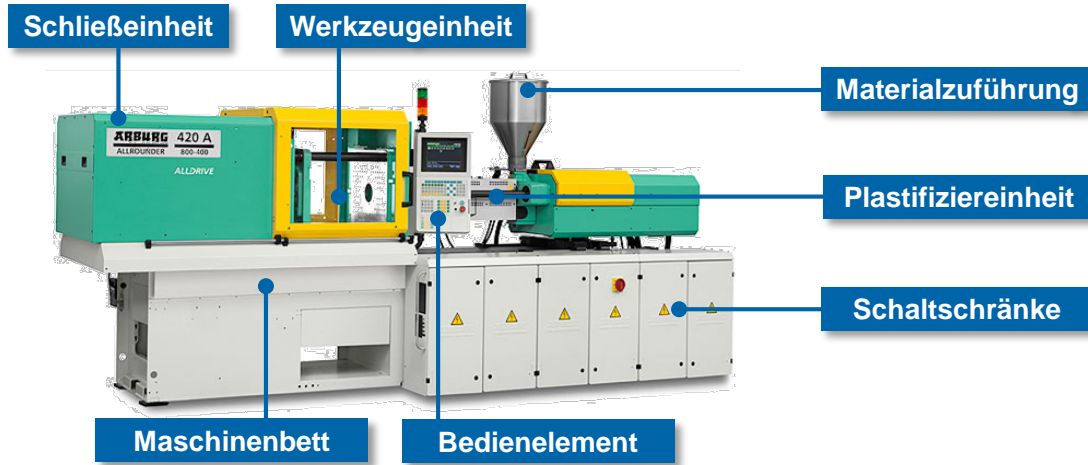


# SPRITZGUSSMASCHINE - ALLGEMEIN



2.1 Urformen

# INZELKOMPONENTEN



**Weitere Maschinenkomponenten:**

- Steuer- und Regelungseinheit
- Hydraulikpumpen / Servomotoren

**Maschinenperipherie**

- Temperiergeräte
- Materialtrocknung
- Absaugung
- Handling usw.

2.1 Urformen

# TYPENBEZEICHNUNG



Säulenabstand

**Schließkraft (kN)**

- Projektionsfläche [cm<sup>2</sup>] x Druck [kbar] x 10
- 100 – 40.000 kN

**Arbeitsvermögen der Spritzeinheit**

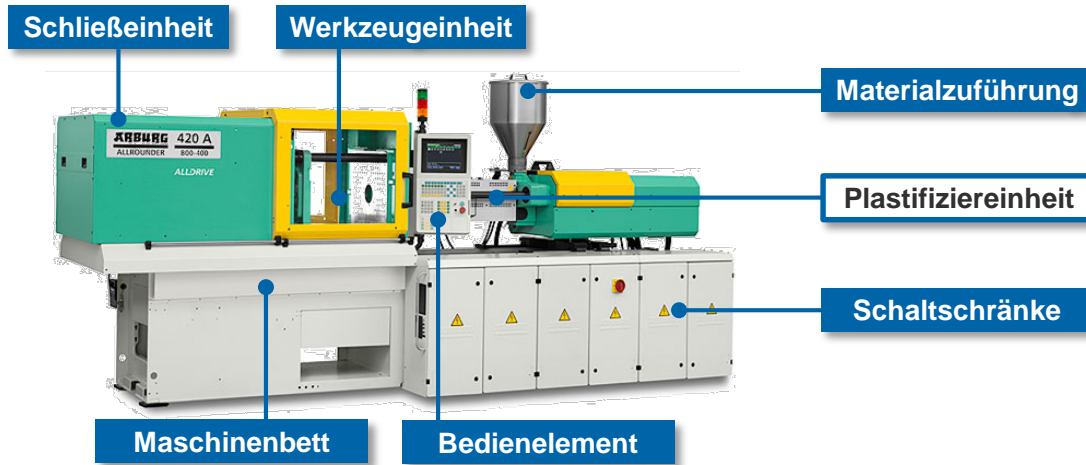
- max. Hubvolumen [cm<sup>3</sup>] x max. Spritzdruck [kbar]



**Baureihe**

- Alldrive (Elektrisch)
- Hidrive (Hybrid)
- Turntable
- Vertikal

# EINZELKOMPONENTEN



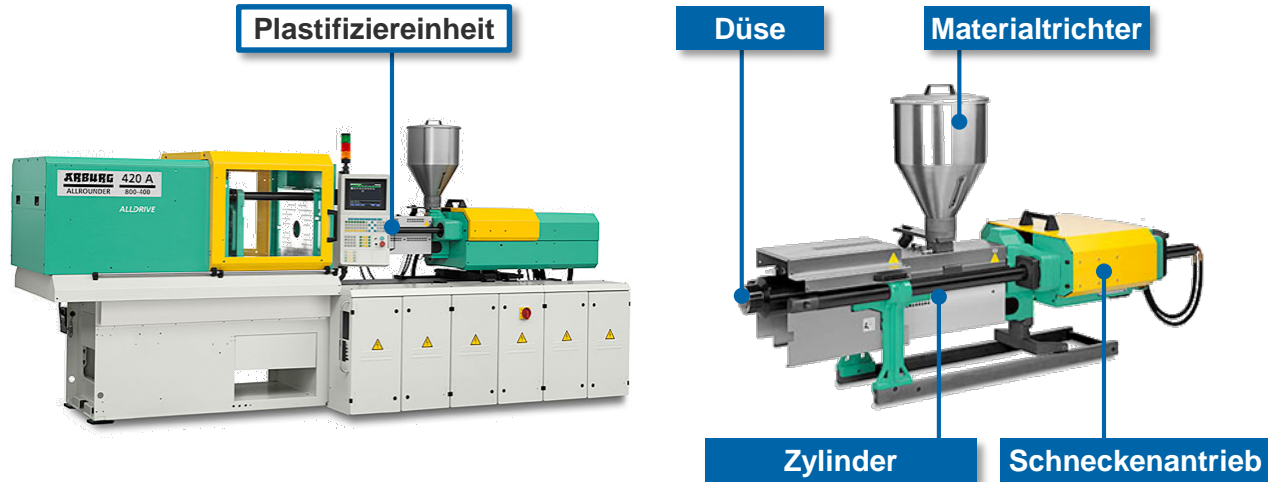
## Weitere Maschinenkomponenten:

- Steuer- und Regelungseinheit
- Hydraulikpumpen / Servomotoren

## Maschinenperipherie

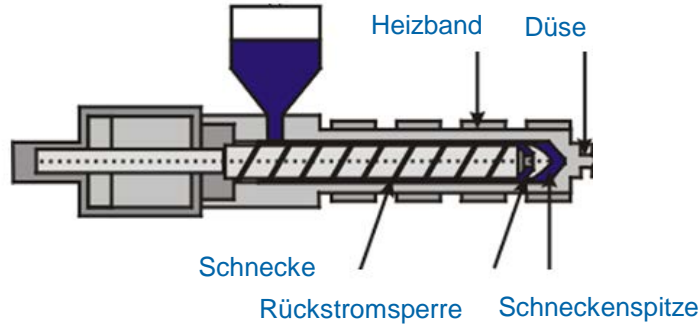
- Temperiergeräte
- Materialtrocknung
- Absaugung
- Handling usw.

# PLASTIFIZIEREINHEIT



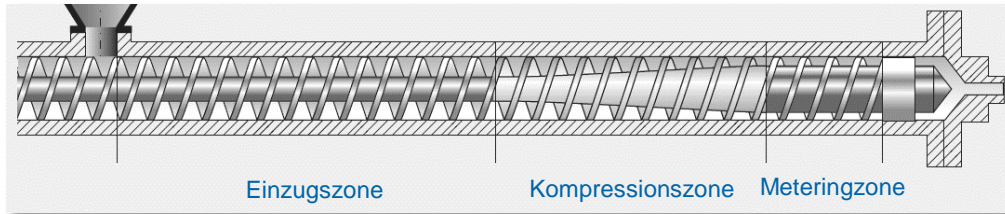
In der Spritz- bzw. Plastifiziereinheit, bestehend aus einem beheiztem Zylinder und Schnecke bzw. Kolben, wird der Kunststoff **erwärmt, plastifiziert und unter Druck in einen formgebenden Hohlraum (Kavität) gespritzt**. Verwendet werden Kolbenspritzeinheiten, Kolbenspritzeinheiten mit Schneckenvorplastifizierung und Schneckenkolbenspritzeinheiten.

# PLASTIFIZIEREINHEIT



### Aufgaben der Plastifiziereinheit:

- Dosieren
- Fördern
- Aufschmelzen
- Homogenisieren
- Erzeugung der Düsenanpresskraft
- Einspritzen
- Speichern

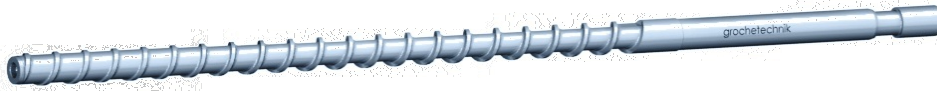


### 3-Zonen-Standard-Schnecke:

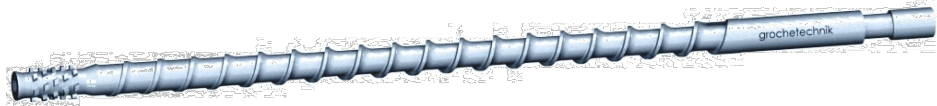
- **Einzugszone:**  
Einzug und Förderung des Materials
- **Kompressionszone:**  
Verdichtung und Plastifizierung des Materials
- **Meteringzone:**  
Homogenisierung und Temperaturoptimierung

# PLASTIFIZIEREINHEIT

**3-Zonen-Standard-Schnecke**



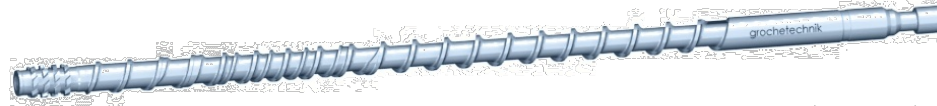
**3-Zonen-Standard-Schnecke mit Rautenmischteil**



**3-Zonen-Standard-Schnecke mit Wendelschermischer**



**Barrierschnecke**



**Duroplastschnecke**



## 2.1 Urformen

# PLASTIFIZIEREINHEIT



### Theoretisches Problem:

- Rückfließen der Schmelze beim Einspritzen und Nachdrücken in die Schneckengänge sowie kein reproduzierbarer Druckaufbau

### Lösung:

- Einsatz sogenannter Rückstromsperre an der Schneckenspitze

### Aufbau:

- Kugelstromsperre
- Ringrückstromsperre



# PLASTIFIZIEREINHEIT



Stellung in der Plastifizierphase



Stellung in der Einspritz- und Nachdruckphase

- Die Rückstromsperre ist einer starken thermischen und mechanischen Belastung ausgesetzt und unterliegt entsprechendem Verschleiß (vor allem bei glasfasergefüllten Kunststoffen).
  - Fehlerhafte Dosierung der einzuspritzenden Masse in der Plastifizierphase
  - Komplettes Einspritzen des Massepolsters in der Einspritzphase
  - Fehlerhafter Druckaufbau in der Einspritz- und Nachdruckphase

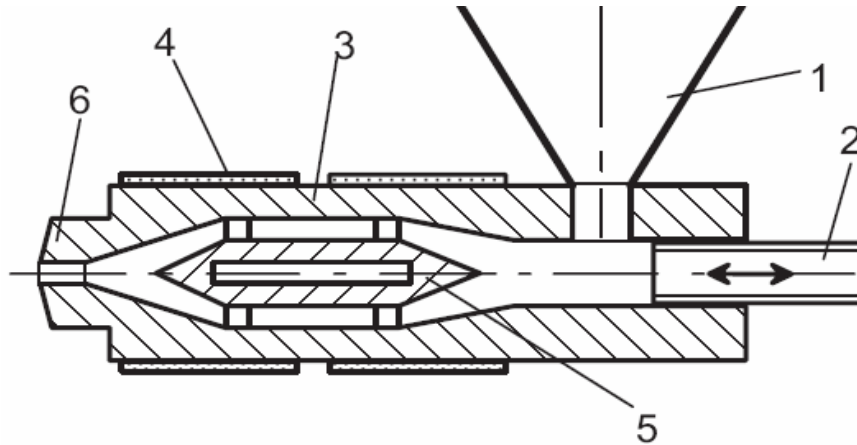
# PLASTIFIZIEREINHEIT – WEITERE ARTEN

Weitere Arten der Plastifizierung:

- Kolbenspritzgießmaschinen
- Schneckenpritzgießmaschinen (heutiger Standard)
- Schneckenkolbenspritzgießmaschinen

## Kolbenplastifizierung

1. Materialtrichter
2. Einspritzkolben
3. Einspritzzylinder
4. Heizband
5. Beheiztes Torpedo
6. Düse



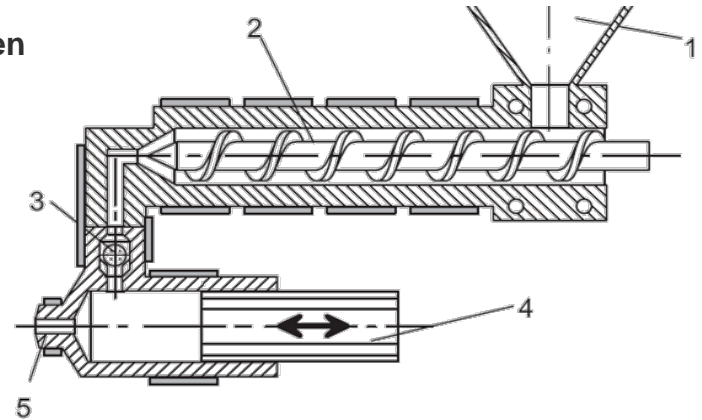
# PLASTIFIZIEREINHEIT – WEITERE ARTEN

## Weitere Arten der Plastifizierung:

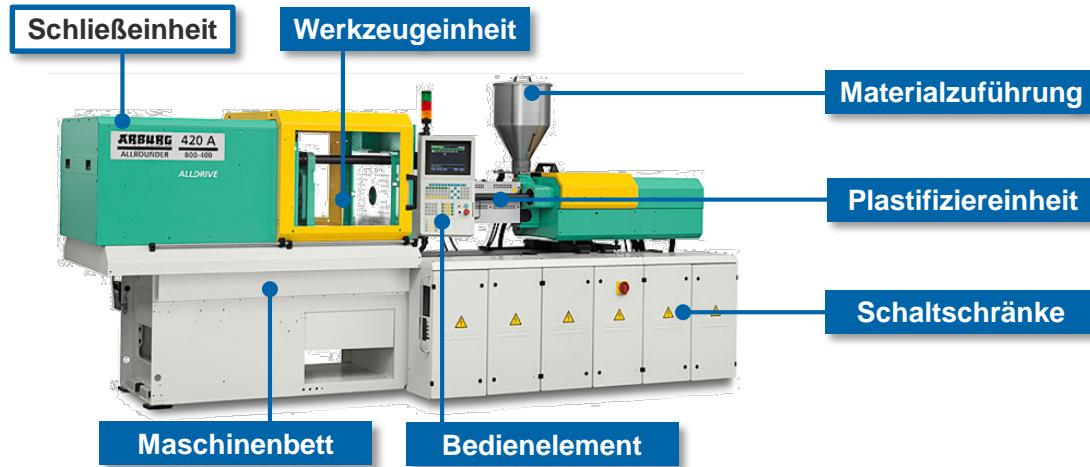
- Kolbenspritzgießmaschinen
- Schneckenpritzgießmaschinen (heutiger Standard)
- Schneckenkolbenspritzgießmaschinen

### Schneckenvorplastifizierung mit Einspritzkolben

1. Materialtrichter
2. Plastifizierschnecke
3. Rückschlagventil
4. Einspritzkolben
5. Düse



# INZELKOMPONENTEN



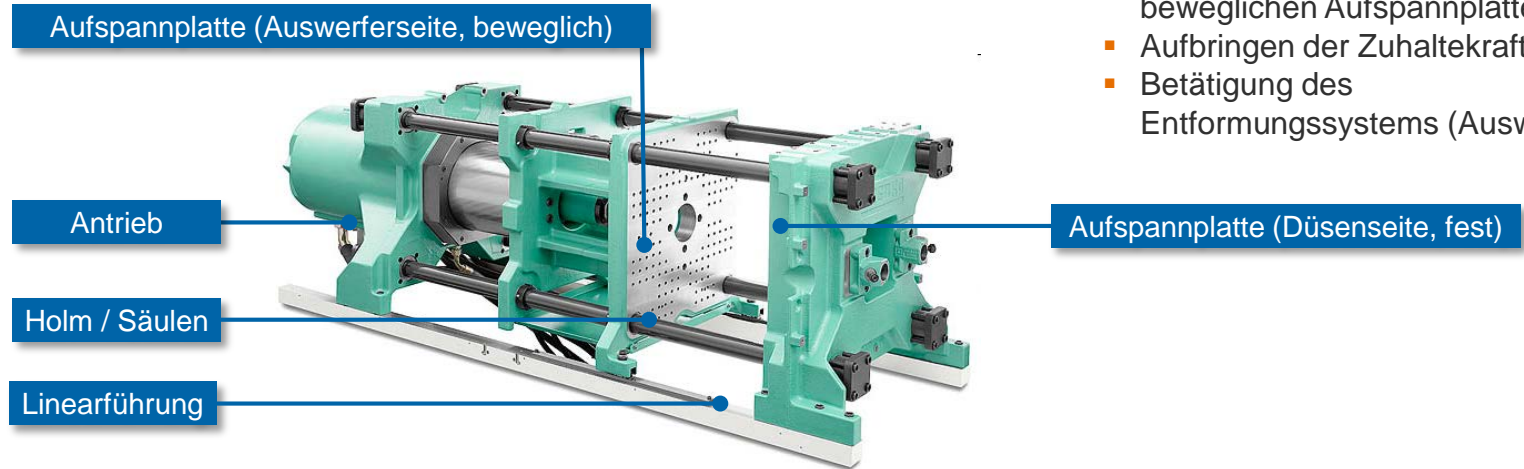
## Weitere Maschinenkomponenten:

- Steuer- und Regelungseinheit
- Hydraulikpumpen / Servomotoren

## Maschinenperipherie

- Temperiergeräte
- Materialtrocknung
- Absaugung
- Handling usw.

# SCHLIESSEINHEIT



### Aufgaben der Schliesseinheit:

- Aufnahme und Sicherung des Werkzeuges
- Öffnen und Schließen des Werkzeuges mithilfe der beweglichen Aufspannplatte
- Aufbringen der Zuhaltekraft
- Betätigung des Entformungssystems (Auswerfer)

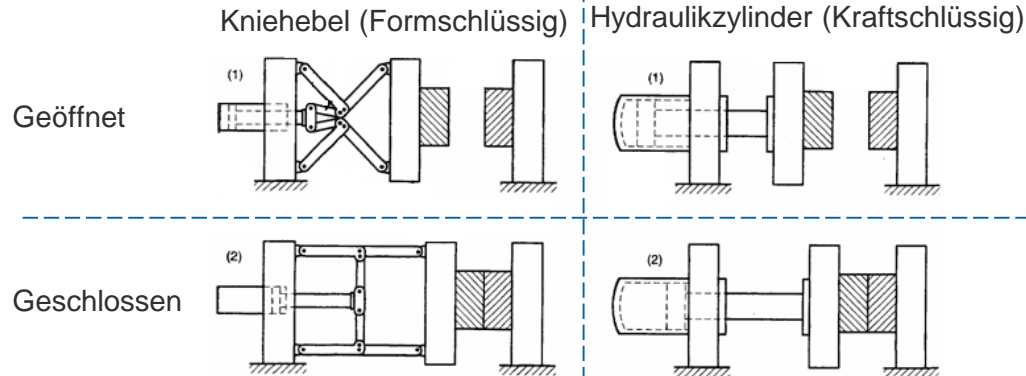
# SCHLIESSEINHEIT

**Anforderung:**

- Schließen und Öffnen: Große Wege bei geringem Kraftaufwand
- Zuhalten: Kleine Wege bei hohen Kräften

**Verriegelungsarten**

- Formschlüssig: Kniehebel (elektrisch oder hydraulisch betätigt)
- Kraftschlüssig: Hydraulikzylinder



## 2.1 Urformen

# SCHLIESSEINHEIT

### Schließeinheit mit Kniehebel:

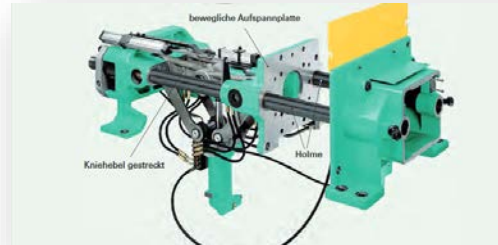
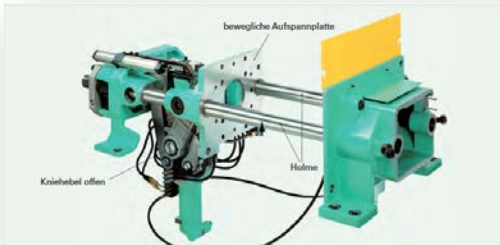
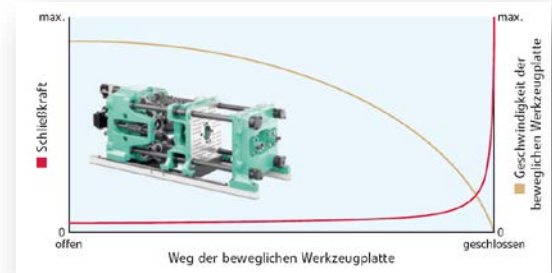
- Formschlüssiges und selbstsperrendes System
- Antriebsmöglichkeiten: Elektrisch oder Hydraulisch
- Kein Energieeintrag für Zuhaltkraft notwendig, da selbsthemmend (Gefahr von Kaltverschweißung bei Betriebsruhe)

### Vorteile:

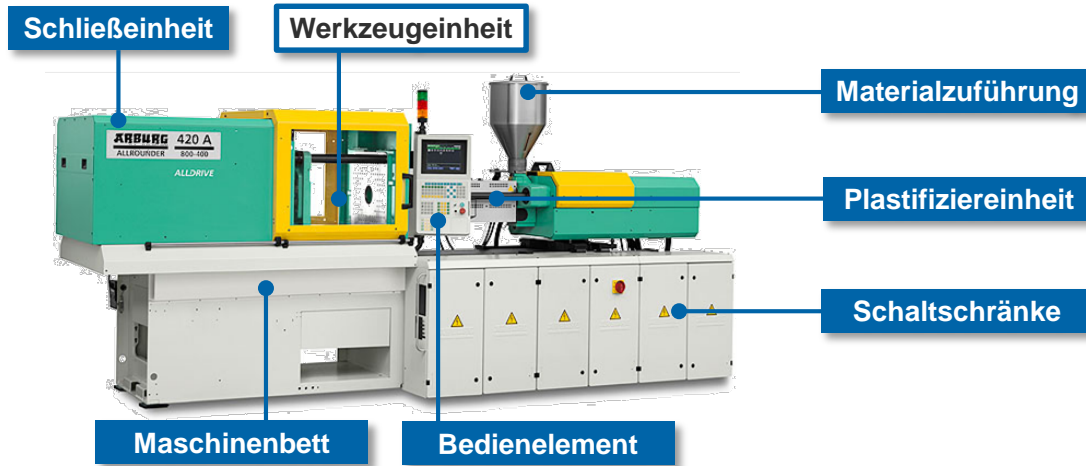
- Schnelle Verfahrenwege
- Sanftes Schließen des Werkzeuges
- Energiesparender Betrieb möglich

### Nachteile:

- Vergleichsweise großer Platzbedarf
- Mechanischer Verschleiß der beweglichen Teile



# EINZELKOMPONENTEN



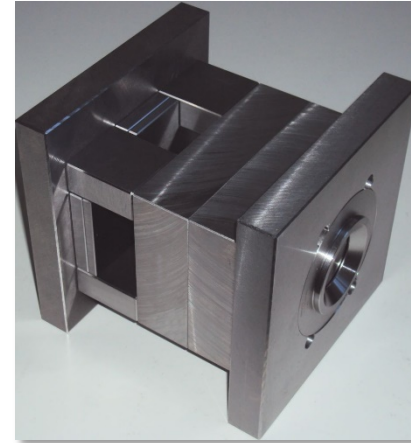
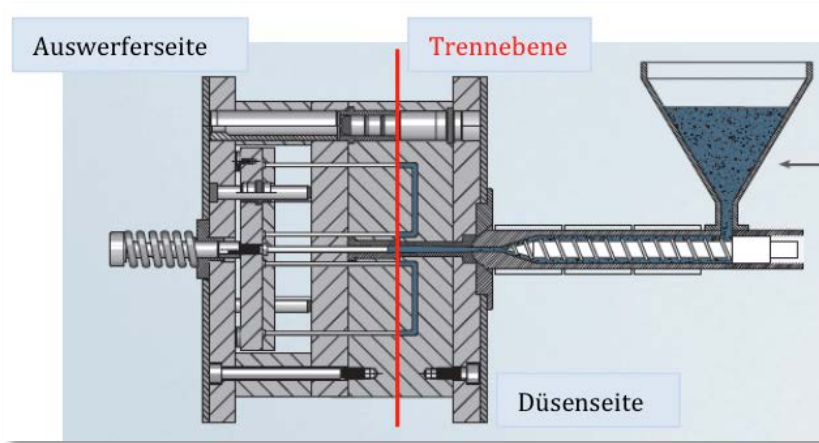
## Weitere Maschinenkomponenten:

- Steuer- und Regelungseinheit
- Hydraulikpumpen / Servomotoren

## Maschinenperipherie

- Temperiergeräte
- Materialtrocknung
- Absaugung
- Handling usw.

# WERKZEUGEINHEIT

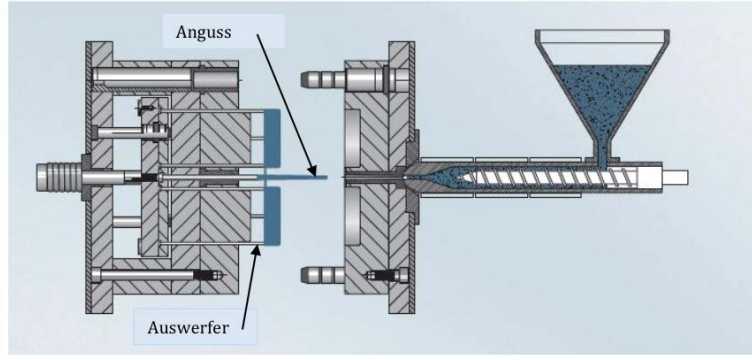


*Geschlossenes Werkzeug beim Einspritzen*

### Aufgaben des Werkzeuges:

- Formgebung der Schmelze zum Spritzgussbauteil
- Verfestigung der Schmelze (bei Thermoplasten gekühlt, bei Duroplast/Elastomer beheizt)

# WERKZEUGEINHEIT 2



*Geöffnetes Werkzeug und Bauteil auswurf*



### Aufgaben des Werkzeuges:

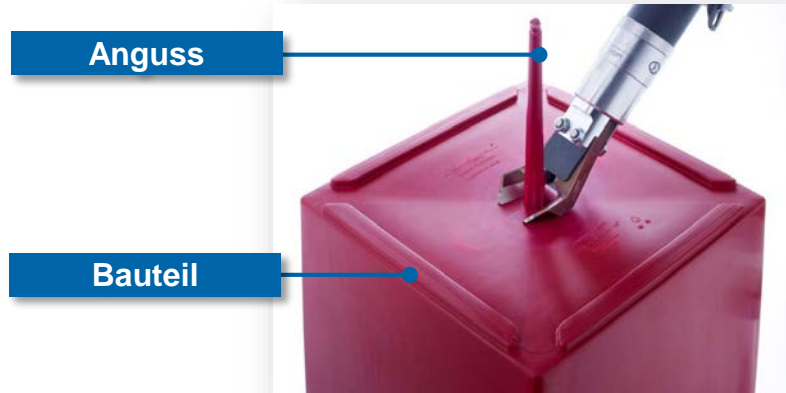
- Formgebung der Schmelze zum Spritzgussbauteil
- Verfestigung der Schmelze (bei Thermoplasten gekühlt, bei Duroplast/Elastomer beheizt)

## 2.1 Urformen

# WERKZEUGEINHEIT

**Anguss:**

Die Verbindung zwischen Düse der Plastifiziereinheit und der Kavität im Werkzeug wird mittels einer Art Stange verbunden, welche Anguss genannt wird. Bei klassischen Angussystemen (Nr. 1-4) verbleibt dieser am Bauteil und muss nachträglich mechanisch entfernt werden.



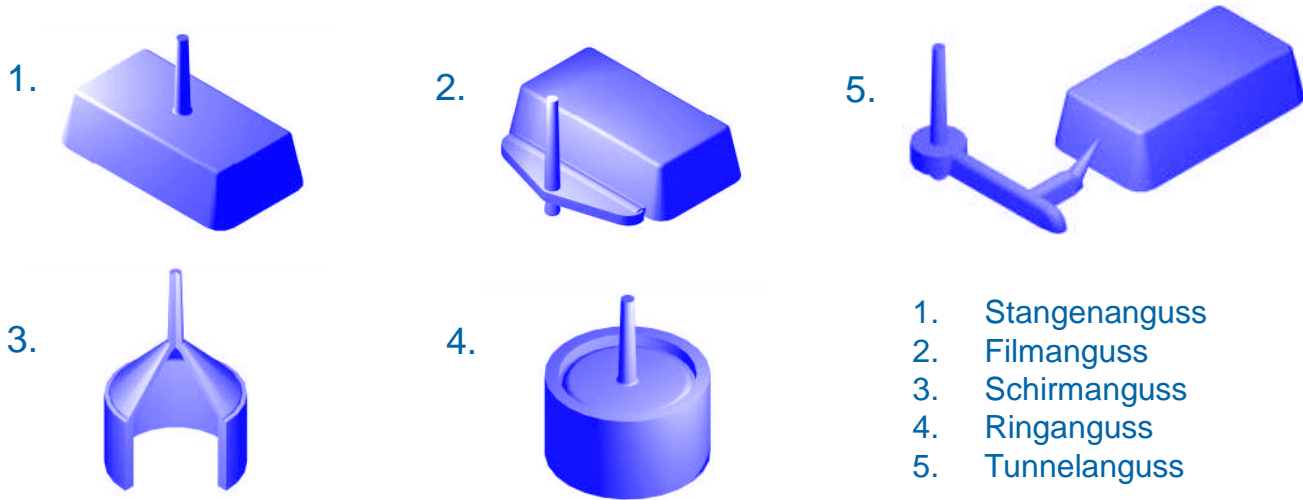
## 2.1 Urformen

# WERKZEUGEINHEIT

### Anguss:

Die Verbindung zwischen Düse der Plastifiziereinheit und der Kavität im Werkzeug wird mittels einer Art Stange verbunden, welche Anguss genannt wird. Bei klassischen Angussystemen (Nr. 1-4) verbleibt dieser am Bauteil und muss nachträglich mechanisch entfernt werden.

**Besonderheit:** Tunnelanguss wird beim Entformen automatisch abgetrennt. (Nr. 5)



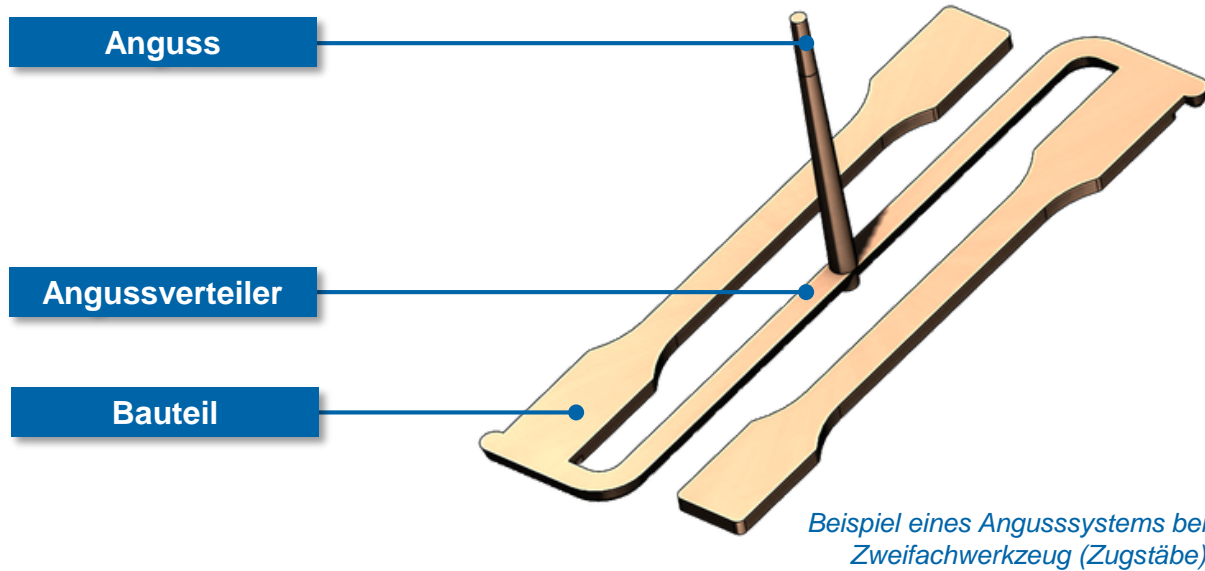
- 1. Stangenanguss
- 2. Filmanguss
- 3. Schirmanguss
- 4. Ringanguss
- 5. Tunnelanguss

2.1 Urformen

# WERKZEUGEINHEIT

**Angussverteiler:**

Bei Mehrfachwerkzeugen, bei denen mehrere Bauteile gleichzeitig gefertigt werden, erfolgt die Verteilung der Schmelze in die verschiedenen Kavitäten über einen Angussverteiler, welche sich dem Anguss anschließt.

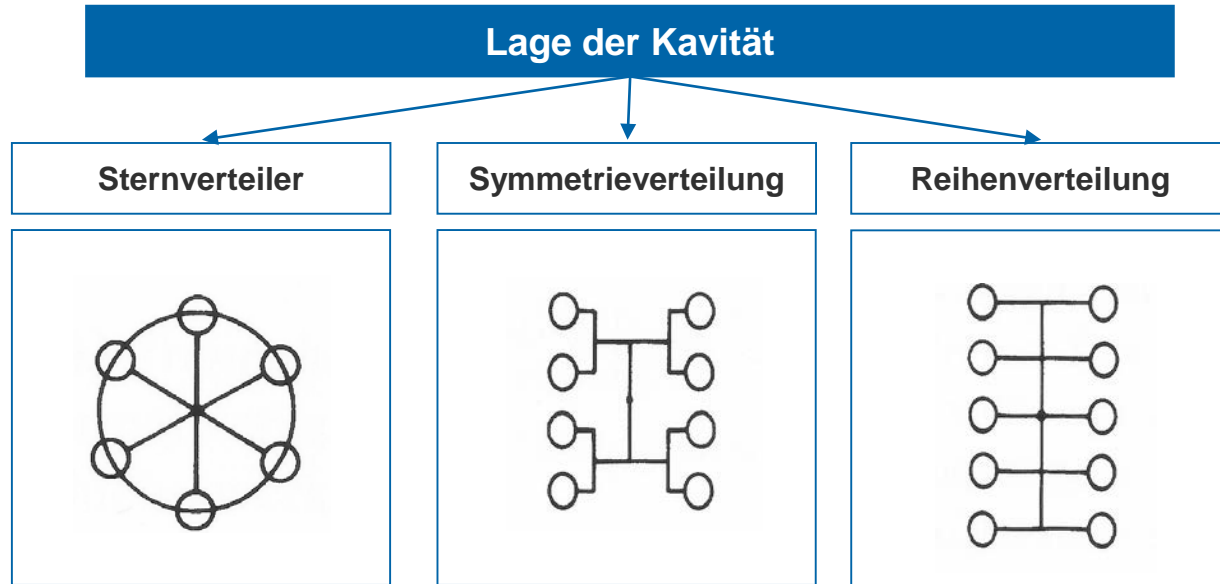


2.1 Urformen

# WERKZEUGEINHEIT

**Angussverteiler:**

Bei Mehrfachwerkzeugen, bei denen mehrere Bauteile gleichzeitig gefertigt werden, erfolgt die Verteilung der Schmelze in die verschiedenen Kavitäten über einen Angussverteiler, welche sich dem Anguss anschließt.

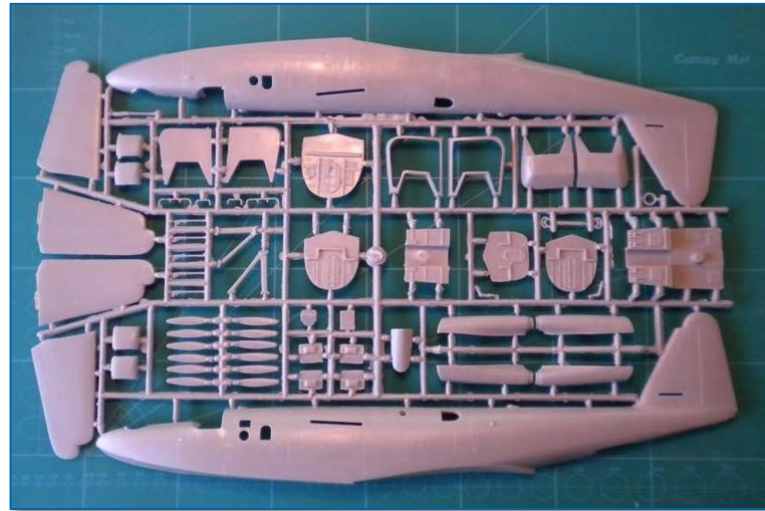


2.1 Urformen

# WERKZEUGEINHEIT

**Angussverteiler:**

Bei Mehrfachwerkzeugen, bei denen mehrere Bauteile gleichzeitig gefertigt werden, erfolgt die Verteilung der Schmelze in die verschiedenen Kavitäten über einen Angussverteiler, welche sich dem Anguss anschließt.

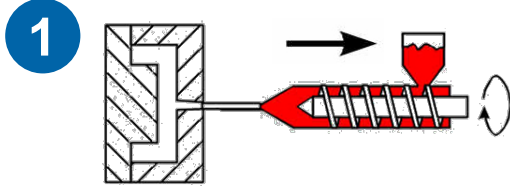


*Beispiel eines komplexeren Angussverteilsystems*

# PROZESSABLAUF

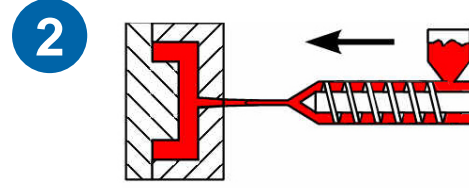


# PROZESSABLAUF



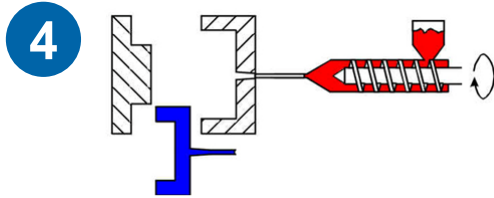
### 1 Plastifizierphase

Schneckenrotation, Massedruck bewegt Schnecke nach hinten (Dosierhub)



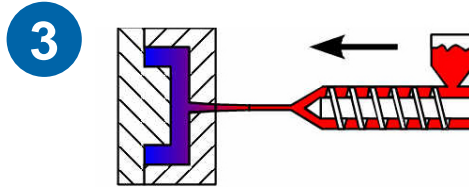
### 2 Einspritzphase

Schnecke drückt Masse nach vorne in das Werkzeug



### 4 Kühl- und Entformungsphase

Nach vollst. Erstarrung des Formteils, Werkzeugöffnung und Formteil wird ausgeworfen



### 3 Nachdruckphase

Schmelze im Werkzeug beginnt zu erstarren, Schnecke drückt weiter nach vorne



## 2.1 Urformen

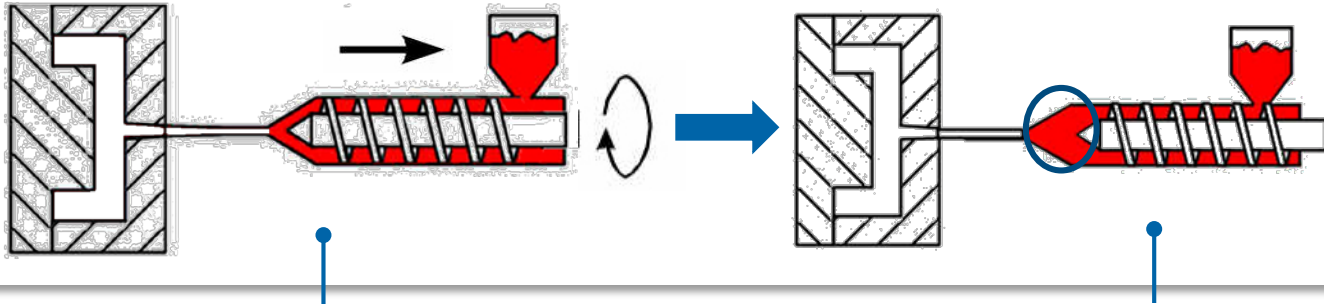
# 1 PLASTIFIZIERPHASE

**Ziel:**

Speichern einer thermisch und rheologisch homogenen Schmelze vor der Schneckenspitze mit definiertem Volumen (Dosierung).

**Ablauf:**

Kunststoffgranulat wird durch die Rotation der Plastifizierschnecke in den Zylinder **eingezogen**, **verdichtet** und **aufgeschmolzen**. Die Schmelze wird vor der Schneckenspitze **gespeichert**.



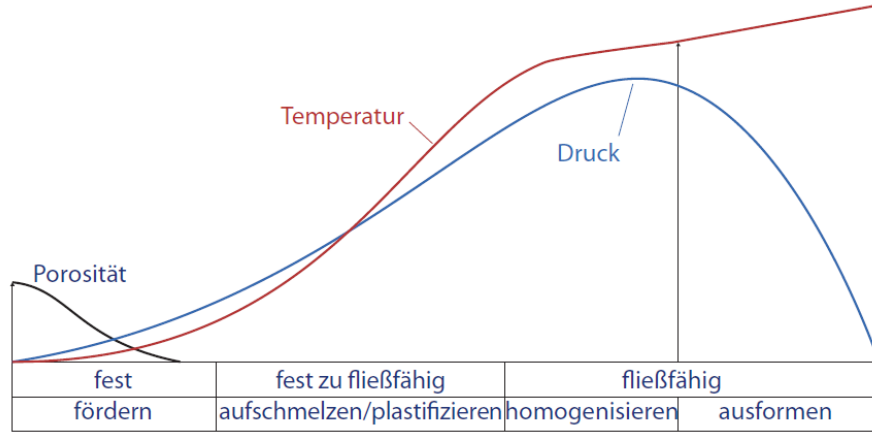
Durch Schneckenrotation wird Material nach vorne gefördert und Schnecke axial nach hinten gedrückt (Staudruck der Masse).

Nach der Plastifizierphase steht das einzuspritzende Schussgewicht (Bauteil + Anguss) mitsamt Massepolster (für Nachdruck) im Schneckenorraum zur Verfügung.

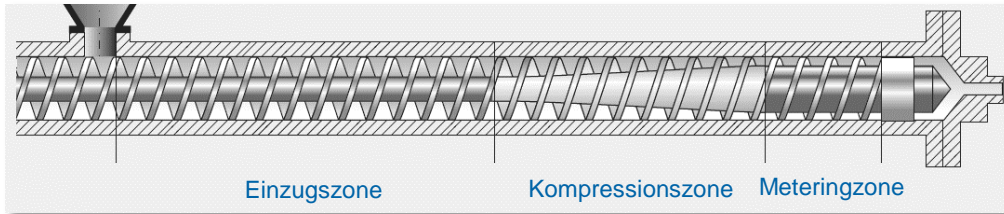
2.1 Urformen

# 1 PLASTIFIZIERPHASE

**Forderungen an Plastifizierphase bzw. -schnecke:**



- Hoher Massedurchsatz (Kurze Plastifizierzeit)
- Hohe Schmelzequalität (Homogenität Temperatur und Optik)
- Hohe Energieeffizienz (geringer Heizeinsatz)
- Hohe Reproduzierbarkeit
- Möglichst variabel (Kunststoffe und Schussgewicht)



## 2.1 Urformen

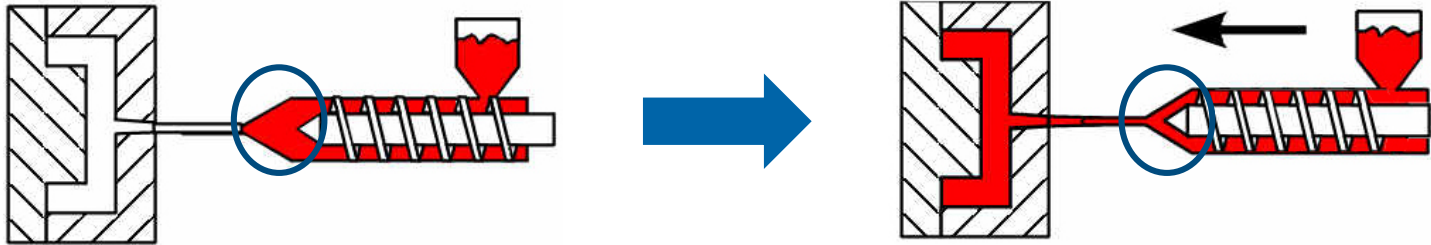
## 2 EINSPRITZPHASE

**Ziel:**

Volumetrische Formfüllung der Kavität mit der im Schnecken- vorraum befindlichen flüssigen Schmelze

**Ablauf:**

Durch axiale Bewegung der Schnecke wird Schmelze aus dem Schnecken- vorraum in das Werkzeug gedrückt. Ein gewisses Massespolster bleibt für späteren Nachdruck vorhanden. Rückfließen der Schmelze in die Schneckengänge wird durch Rückstromsperre verhindert.

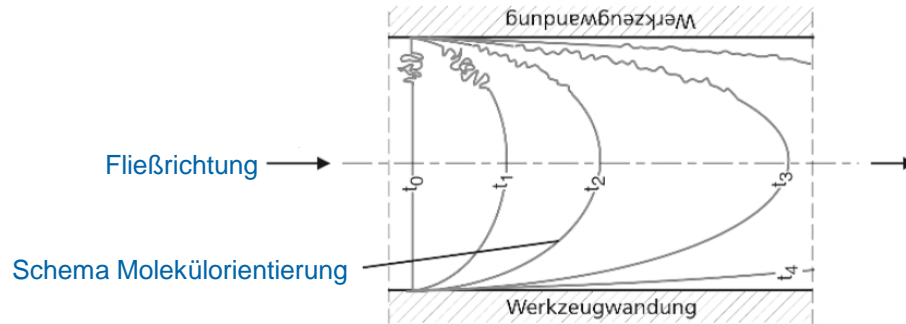


## 2.1 Urformen

# 2 EINSPRITZPHASE

### Molekülorientierungen beim Spritzgießen

- Durch die Dehn- und Scherbelastung während des Einspritzens, kommt es zur Orientierung der Molekülketten in der Schmelze – d.h. die Ketten werden räumlich ausgerichtet



- Beim Erstarren der Schmelze an der Werkzeugwand werden diese Orientierungen „eingefroren“, die größten Orientierungen treten daher in wandnahen Bereichen auf
- Im Bauteilinneren ist die Scherbelastung und somit die Orientierung am Geringsten, zudem erfolgt die Abkühlung ausreichend langsam, dass die Molekülketten relaxieren können

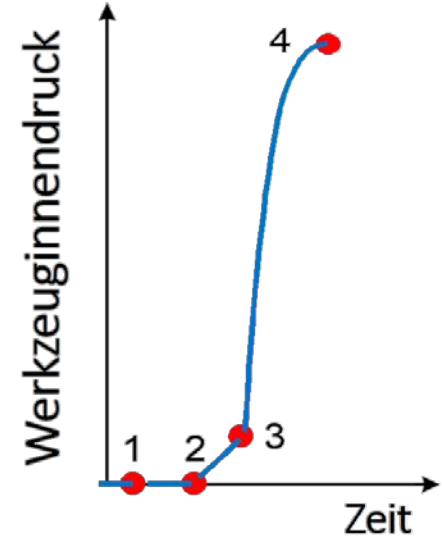
### ➤ Anisotropie-Effekte und Memory-Effekte bei Erwärmung des Bauteils

## 2.1 Urformen

# 2 EINSPRITZPHASE

### Werkzeuginnendruckverlauf:

- Während des Einspritzvorganges baut sich in der Kavität Druck auf, der sowohl dem Hydraulikdruck bzw. dem elektromechanischen Antrieb entgegen wirkt, als auch die Werkzeughälften auseinander drückt (-> Zuhaltkraft notwendig)
- Der Verlauf des Werkzeuginnendruckes während es Spritzgusszyklus gibt Auskunft über die Prozesssicherheit und die entstehende Bauteilqualität
- Bei volumetrischer Formfüllung wird der Einspritzdruck auf niedrigeren Nachdruck umgestellt (3-4)
- Aufgrund der Trägheit der Schnecke und der Kompressibilität der Schmelze steigt der Werkzeuginnendruck noch kurz weiter an
- Die Umschaltung erfolgt zeit-, weg- oder druckgeregelt und darf nicht zu spät erfolgen (Überbelastung der Schließeinheit, Überspritzen der Kavität, ...)



- 1-2 Einströmen der Schmelze in die Kavität
- 3 Kavität ist volumetrisch gefüllt
- 3-4 Umschalten auf niedrigeren Nachdruck (maximaler Werkzeuginnendruck)

Quelle: A. H. Fritz | Fertigungstechnik, F. Klocke | Fertigungsverfahren 5 | TU Chemnitz

## 2.1 Urformen

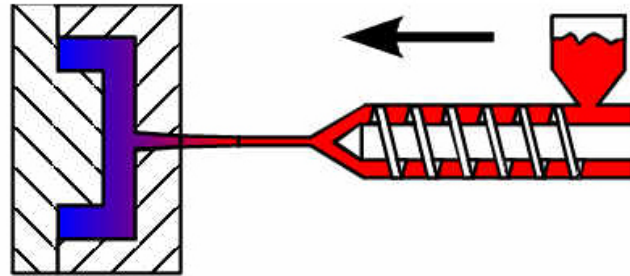
### 3 NACHDRUCKPHASE

**Ziel:**

Ausgleich der thermisch bedingten Materialschwindung. Unter anderem um Einfallstellen und Lunkern entgegen zu wirken.

**Ablauf:**

Nach der volumetrischen Füllung der Werkzeugkavität während der Einspritzphase, erfolgt das definierte axiale Nachdrücken der Schnecke. Dabei wird das noch vorhandene Massepolster vor der Schnecke teilweise aufgebraucht.



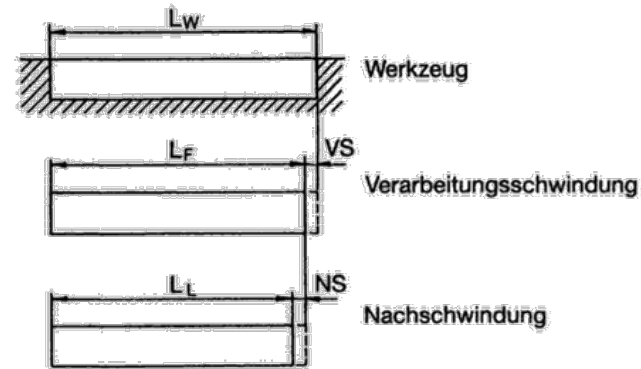
# 3 NACHDRUCKPHASE

## Materialverhalten während des Abkühlens

### Schwindung:

- Während des Abkühlens bzw. Kristallisierens des Materials erfolgt Volumenänderung des Bauteils
- Unterscheidung zwischen Verarbeitungsschwindung (VS) und Nachschwindung (NS)
- Teilkristalline Kunststoffe schwinden wesentlich mehr, da die Packungsdichte der Molekülketten aufgrund der Kristallisation wesentlich größer ist

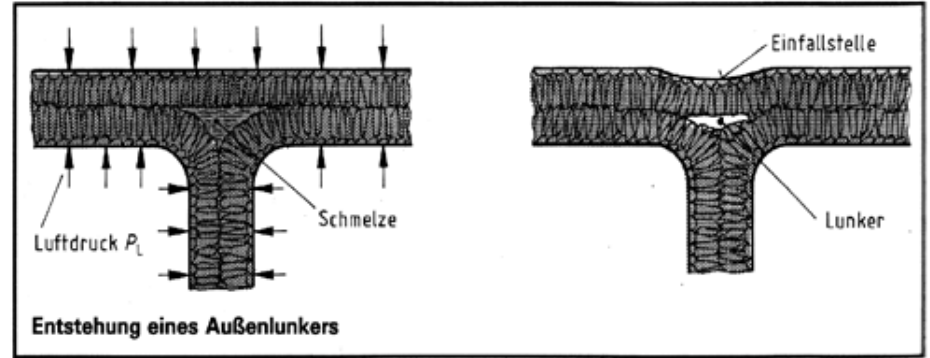
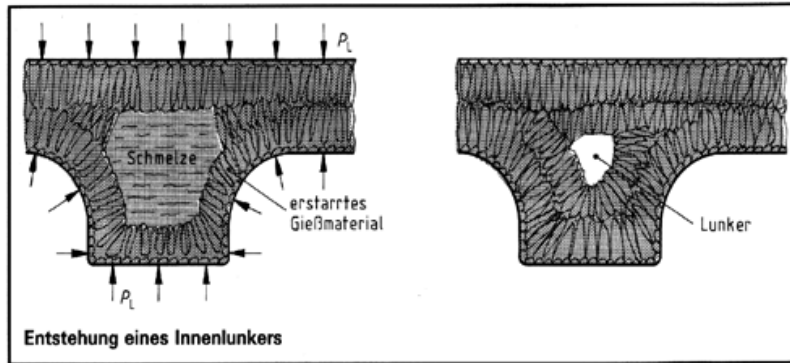
Kunststoff	VS	NS
Thermoplast		
- amorph	0,2 – 0,8	0
- teilkristallin	0,2 – 3,0	0,2 – 2,0
Duroplaste		
- Polykondensate	0,2 – 1,5	0,2 – 2,0
- Polyaddukte u.a.	0,1 – 0,8	~ 2



# 3 NACHDRUCKPHASE

## Materialverhalten während des Abkühlens

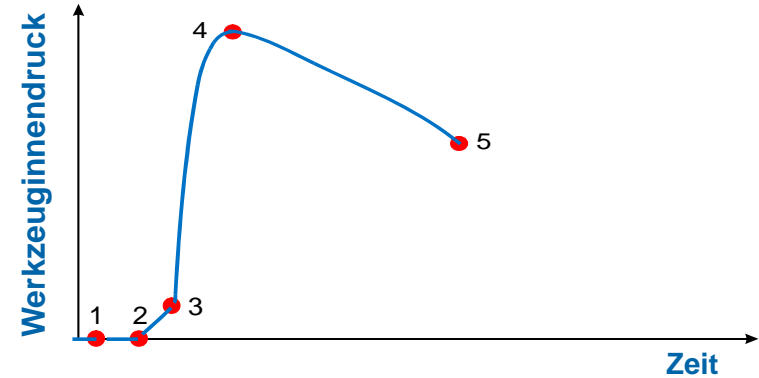
### Spritzgussfehler als Folge des Schwindens:



# 3 NACHDRUCKPHASE

### Werkzeuginnendruckverlauf:

- Um Materialschwindung auszugleichen und Fehlstellen zu verhindern, wird nach dem Einspritzvorgang zusätzliches Material nachgedrückt (Nachdruckphase)
- Die Nachdruckphase endet mit dem Erstarren des Anschnittes (Siegelpunkt), sodass keine weitere Druckübertragung (Schmelzefluss) möglich ist



- 1-2 Einströmen der Schmelze in die Kavität
- 3 Kavität ist volumetrisch gefüllt
- 3-4 Umschalten auf niedrigeren Nachdruck
- 4 Maximaler Werkzeuginnendruck
- 5 Siegelpunkt

## 2.1 Urformen

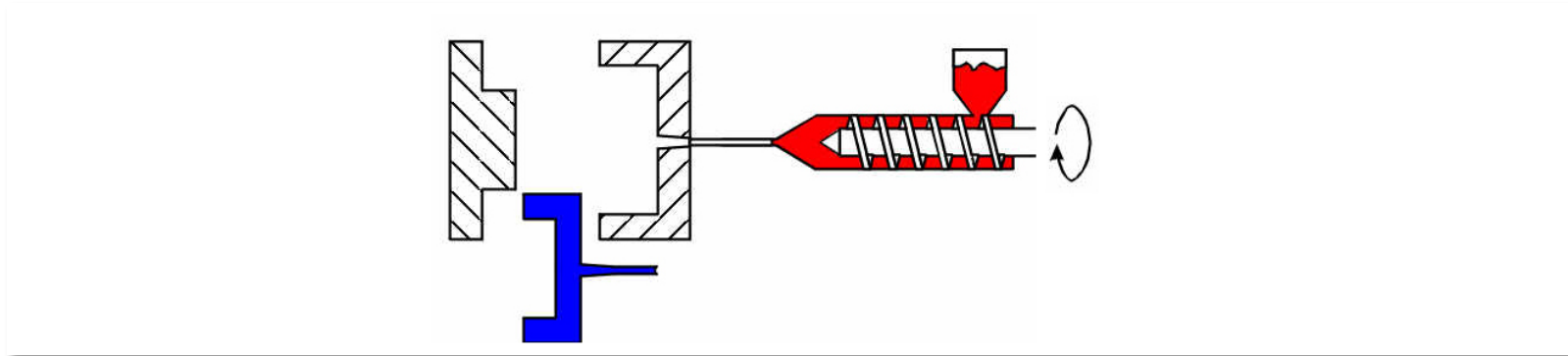
# 4 KÜHL- / ENTFORMUNGSPHASE

**Ziel:**

Vollständiges Erstarren der Kunststoffmasse und Entformung des Bauteils.

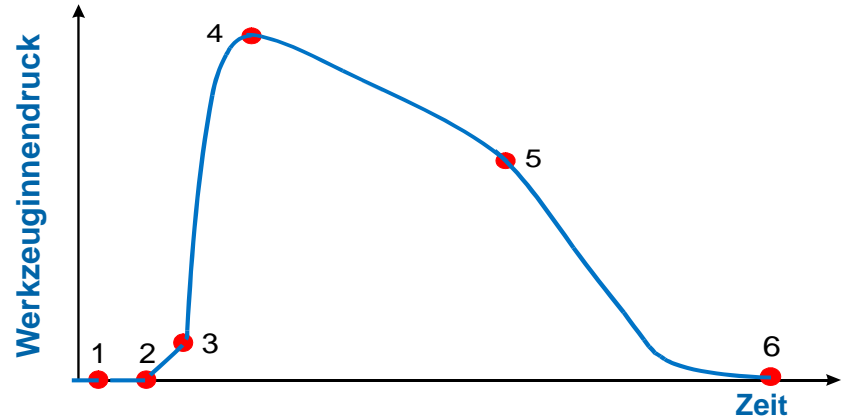
**Ablauf:**

Die Kunststoffmasse verbleibt so lange im gekühlten Werkzeug (Thermoplaste!) bis vollständige Erstarrung des Bauteils erfolgt. Danach wird es ausgeworfen. Gleichzeitig beginnt die erneute Plastifizierung der Schnecke.



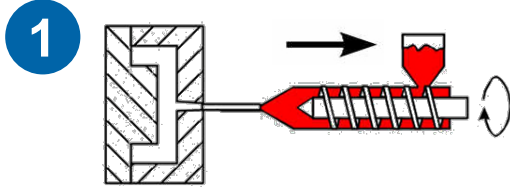
# 4 KÜHL- / ENTFORMUNGSPHASE

- Ist das Bauteil vollständig erstarrt, ist keine Druckübertragung mehr möglich und durch Bauteilschwindung löst sich das Bauteil von der Werkzeugwand (bzw. dem Sensor)
- Ist der Werkzeuginnendruck auf Umgebungsdruck gefallen, kann entformt und das Bauteil ausgeworfen werden



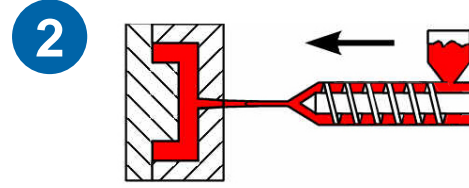
- 1-2 Einströmen der Schmelze in die Kavität
- 3 Kavität ist volumetrisch gefüllt
- 3-4 Umschalten auf niedrigeren Nachdruck
- 4 Maximaler Werkzeuginnendruck
- 5 Siegelpunkt
- 6 Entformung

# MASCHINENPARAMETER



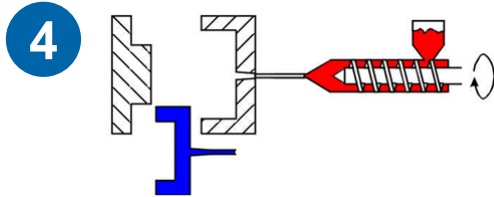
## 1 Plastifizierphase

Schneckenrotation, Massedruck bewegt Schnecke nach hinten (Dosierhub)



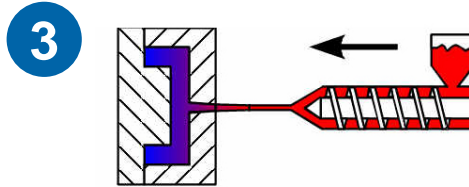
## 2 Einspritzphase

Schnecke drückt Masse nach vorne in das Werkzeug



## 4 Kühl- und Entformungsphase

Nach vollst. Erstarrung des Formteils, Werkzeugöffnung und Formteil wird ausgeworfen



## 3 Nachdruckphase

Schmelze im Werkzeug beginnt zu erstarren, Schnecke drückt weiter nach vorne



# MASCHINENPARAMETER

1

- Zylindertemperatur (°C)
- Schneckendrehzahl (n/min)
- Dosiervolumen (cm<sup>3</sup> oder mm)
- Staudruck (bar)

2

- Schneckengeschwindigkeit (mm/s)
- Spritzvolumen
- max. Einspritzdruck
- Schließkraft des Werkzeugs



4

- Werkzeugtemperatur (°C)
- Kühlzeit (s)

3

- Umschaltpunkt (Beginn Nachdruck)
- Nachdruckhöhe (Profile möglich)
- Nachdruckzeit

# MASCHINENPARAMETER

## Mögliche Prozessgrenzen

- Leistungsfähigkeit der Temperierung  
(z.B. Hochleistungskunststoff PEEK -  $T_M$ : 400°C,  $T_{wkz}$ : 200°C)
- Fließweg/Wanddicken-Verhältnis zu groß (Bauteil nicht vollständig füllbar)
- Arbeitsvermögen der Maschine klein (Bauteil nicht vollständig füllbar)
- Schneckenengeometrie zu klein (zu geringes Dosiervolumen)
- Zu geringe Zuhaltkraft der Maschine (-> Aufdrücken der Werkzeughälften)
- Ungünstiges Schwindungs- und Verzugsverhalten durch falsche Bauteilauslegung

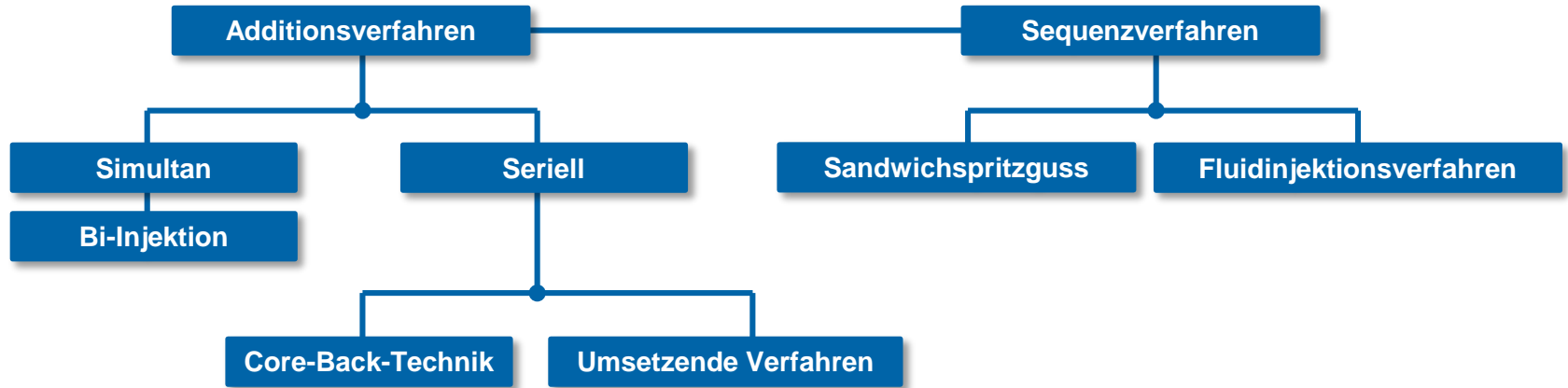
## 2.1 Urformen

# SONDERVERFAHREN

## Mehrkomponenten-Spritzgießen

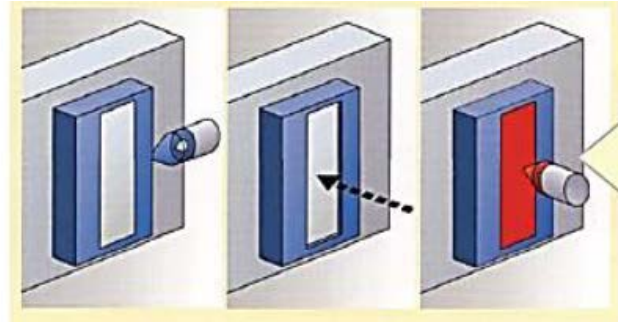
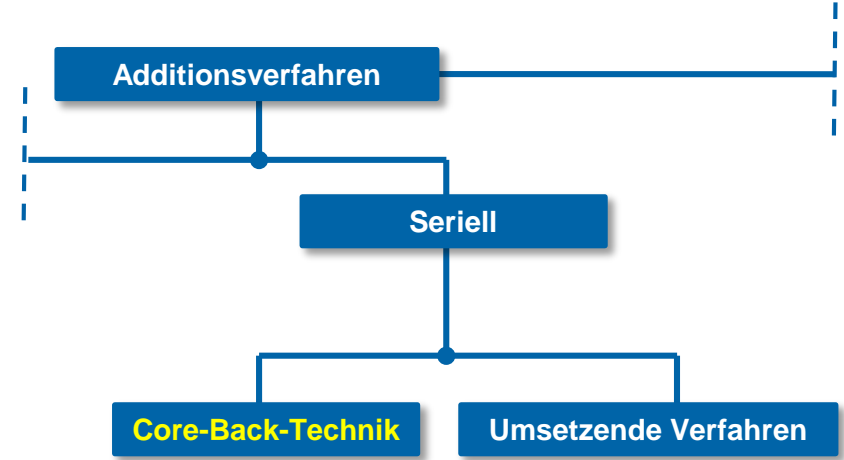
### Ziel:

- Herstellung mehrfarbiger Kunststoffbauteile
- Kombination unterschiedlicher Eigenschaften (Hart-Hart, Hart-Weich, Weich-Weich)
- Funktionalisierung in einem Prozessschritt (Design, Haptik, Dichtungen, Montage)
- Realisierung besonders anspruchsvoller Produkte



# SONDERVERFAHREN

## Mehrkomponenten-Spritzgießen

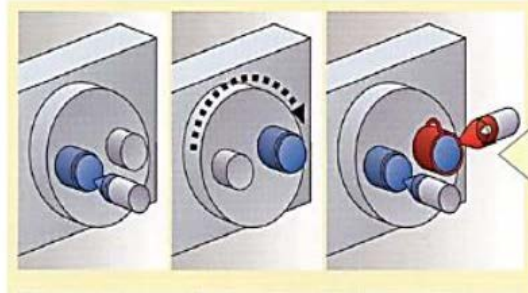


**Schiebertechnik**

- Einspritzen 1. Komponente
- Kernzug oder Schieberbewegung
- Einspritzen 2. Komponente

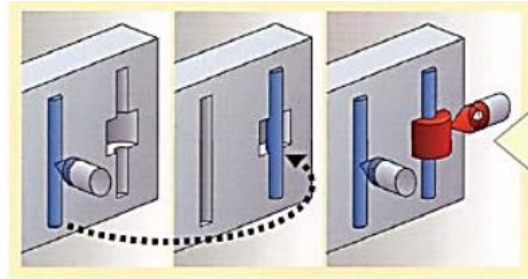
# SONDERVERFAHREN

## Mehrkomponenten-Spritzgießen



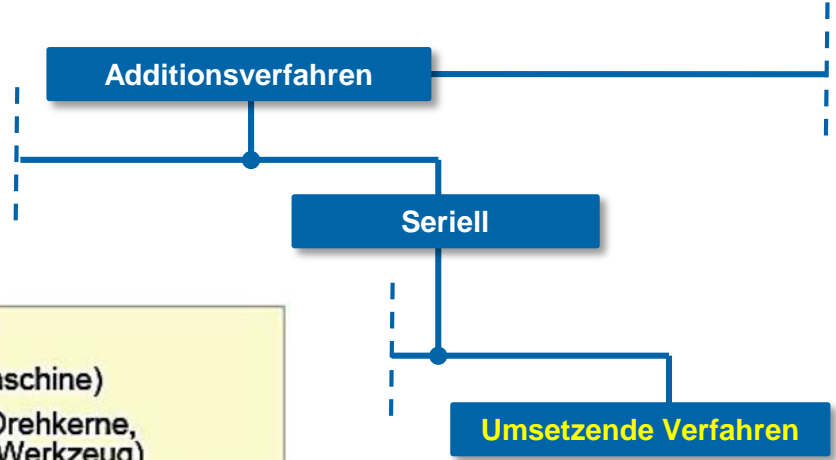
### Drehtechnik

- Drehteller (Maschine)
- Drehkreuze, Drehkerne, Indexplatten (Werkzeug)
- Wendeplatten- bzw. Würfeltechnik (Werkzeug und Maschine)



### Umsetztechnik

- Einspritzen 1. Komponente
- Umsetzen des Vorspritzlings
- Einspritzen 2. Komponente



# SONDERVERFAHREN

## Mehrkomponenten-Spritzgießen mittels Würfeltechnik





Additive Fertigung

# FERTIGUNGSTECHNIK 20/21 - 04

Technische Universität Bergakademie Freiberg  
IMKF - Additive Fertigung  
Agricolastraße 1, 09599 Freiberg, Germany

Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler  
Tel: +49 3731 39 30 66  
henning.zeidler@imkf.tu-freiberg.de



**imkf**  
INSTITUT FÜR MASCHINENELEMENTE  
KONSTRUKTION UND FERTIGUNG



TU Bergakademie Freiberg | Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung | Professur für Additive Fertigung  
Agricolastraße 1 | 09599 Freiberg DE | Tel.: +49 3731 39 2986 | <http://www.imkf.tu-freiberg.de> | Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler