

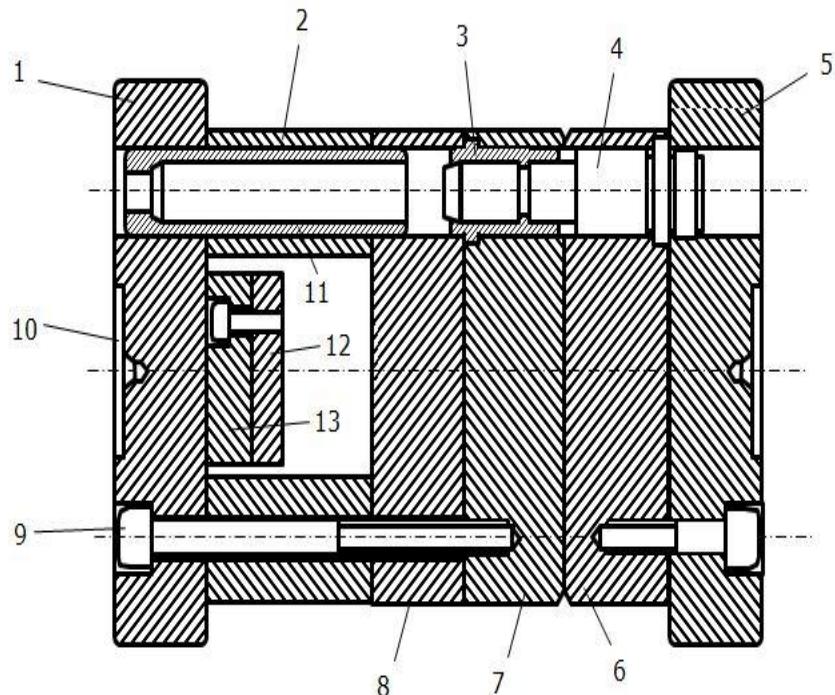
Seminar

Einstieg in die Spritzgießtechnik

Aufbau eines Spritzgießwerkzeuges

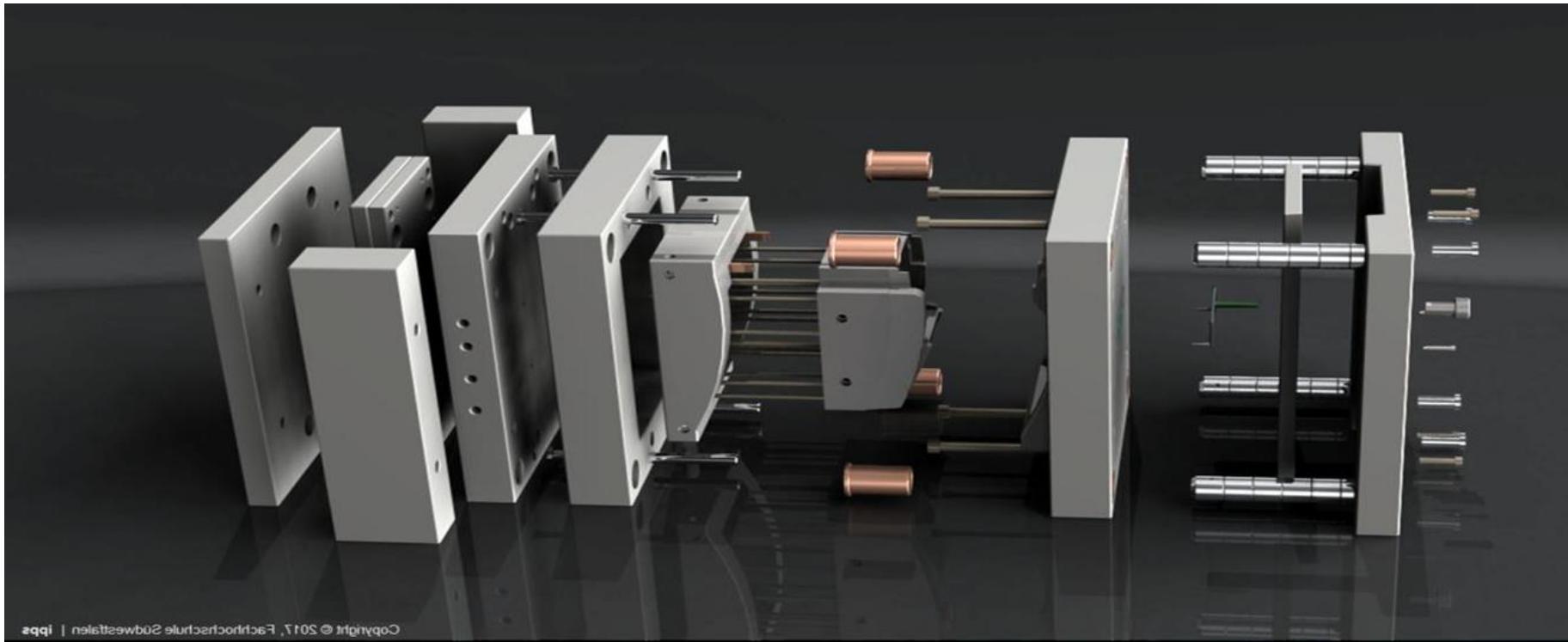


Prinzipieller Werkzeugaufbau



- 1** Werkzeugaufspannplatte
- 2** Stützleisten
- 3** Führungshülse
- 4** Führungsbolzen
- 5** Werkzeugaufspannplatte
- 6** Formplatte (düsenseitig)
- 7** Formplatte (auswerferseitig)
- 8** Zwischenplatte
- 9** Verschraubung
- 10** Zentrierring
- 11** Zentrierhülse
- 12** Auswerferhalteplatte
- 13** Auswerferdruckplatte

Prinzipieller Werkzeugaufbau



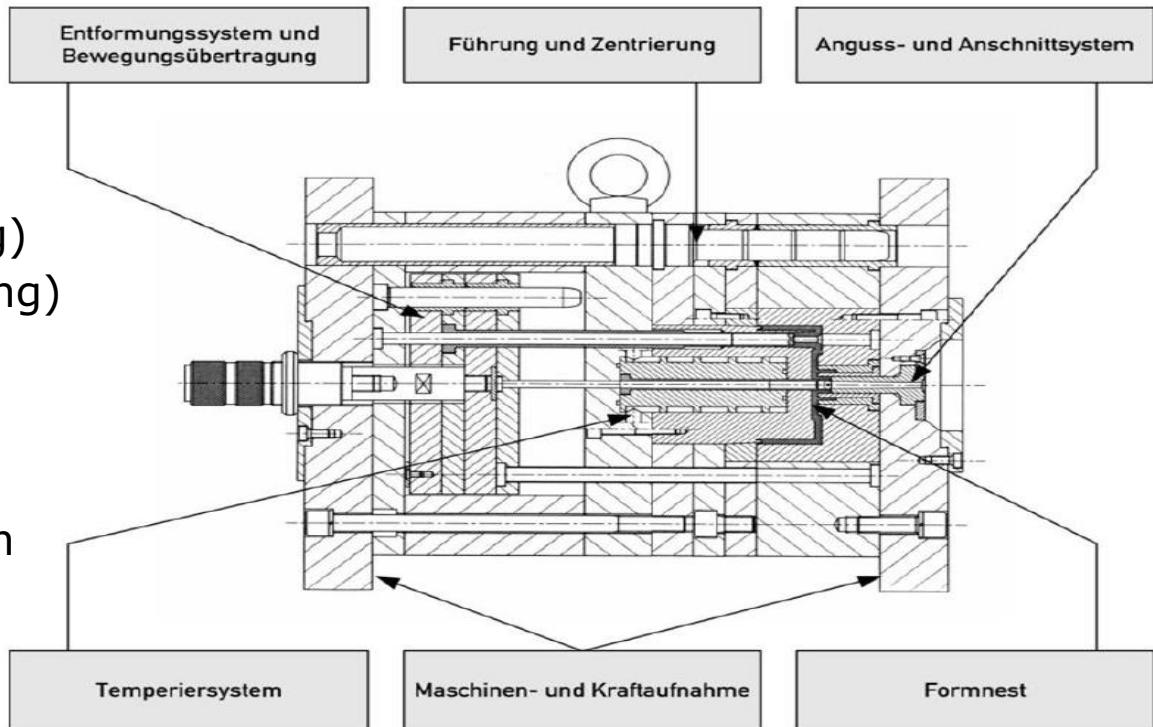
Aufgaben und Funktionen des Werkzeuges

► Hauptfunktionen:

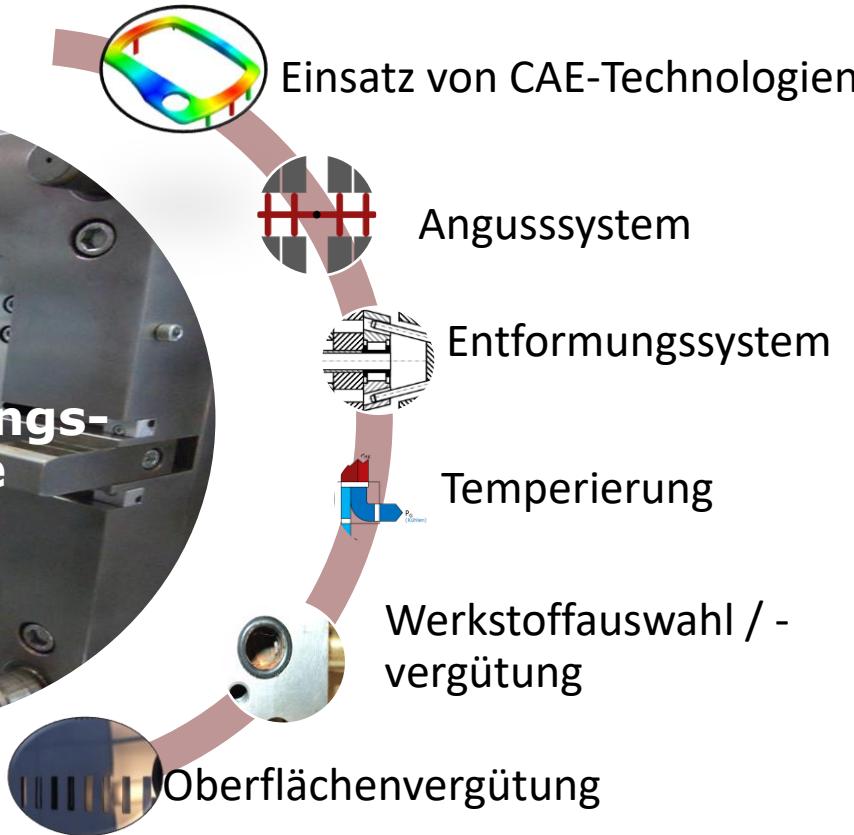
- Schmelzeeinleitung (Angussystem)
- Formen (Kavität)
- Kühlen (Temperierung)
- Auswerfen (Entformung)

► Nebenfunktionen

- Aufspannen
- Führen und Zentrieren
- Kräfte aufnehmen
- Bewegungen



Auslegung von Spritzgießwerkzeugen



- ▶ Spritzgießwerkzeuge
 - sind Bauteile mit **höchster Präzision** - DIN EN ISO 20457 (2018),
 - müssen unterschiedlichsten Anforderungen genügen
 - werden im Allgemeinen nur **einzelн oder in geringen Stückzahlen** hergestellt
- ▶ Die **Fertigung** von Spritzgießwerkzeugen ist **sehr zeit- und lohnintensiv**, daher stellen sie einen nicht unerheblichen Kostenfaktor für Kunststoffbauteile dar.
 - Hoher Einfluss besonders bei kleinen Serien!
- ▶ Nur geringe Umwandlungsrate der abgegebenen Angebote im Verhältnis zu den umgesetzten Werkzeugen
 - Sicherheitszuschläge durch auftretende Unsicherheiten.

Werkzeuglastenheft

- ▶ Das Lastenheft beschreibt alle Anforderungen, die der Auftraggeber zur Erreichung des Projektziels an das Werkzeug stellt.
 - Im Lastenheft ist das Grobkonzept beschrieben.
 - Je genauer die Definitionen der Anforderungen sind, desto genauer kann bereits im Vorfeld auch die Kalkulation und Auslegung des Werkzeuges erfolgen.
 - Bei Einholen von Angeboten verschiedener Werkzeug- und Formenbauer muss eine Vergleichbarkeit der Angebote gewährleistet werden. Folglich muss das Werkzeugkonzept im Groben feststehen.

- ▶ Festlegung des Werkzeugkonzeptes
 - Werkzeuggröße
 - Werkzeugtyp
 - Anschlussmaße
 - Angussystem
 - Formtrennung
 - Auswerfer-Konzept
 - Ausführung der Kavität (Oberfläche, ...)
 - Stahlqualitäten (Härte,...)
 - Temperierung (Vermeidung von Verzug)
 - Zentrierungen

Angusssysteme



► Anforderungen

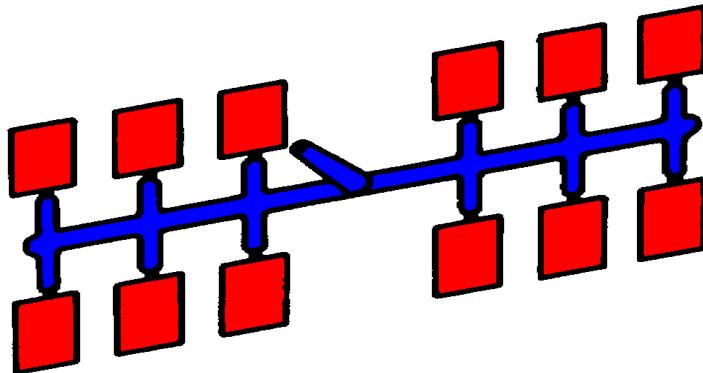
- Die Lage und Gestaltung des Anschnittes so vorsehen, dass Wandhaftung entsteht (Freistahl vermeiden)
- Anteil des Angusses am Gesamtspritzgewicht gering halten
- Leichte Trennung des Anguss vom Formteil ermöglichen
- Anguss kompakt ausführen
 - Querschnitt so wählen, dass die Zykluszeit möglichst kurz ist und nicht durch den Anguss verlängert wird
- Die Anbindung immer an die größte Wanddicke des Formteils legen (Keilprinzip)



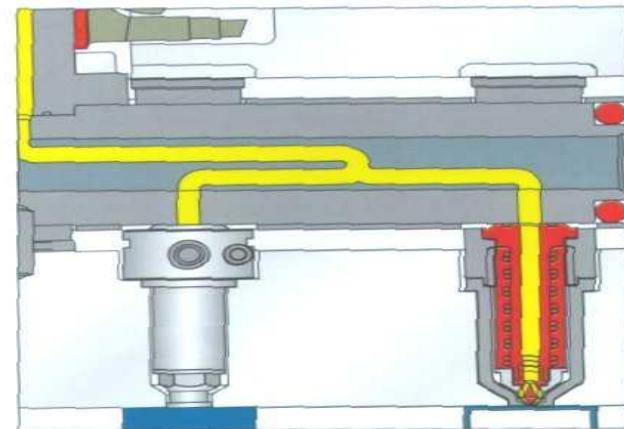
- ▶ Die Dimensionierung und die Lage des Anschnitts beeinflusst maßgeblich die:
 - Maßhaltigkeit
 - Formbeständigkeit
 - Optische Beschaffenheit
 - Spannungszustände
 - Mechanische Festigkeit des Artikels
 - Teilfunktionen eines Bauteiles, wie z. B. die eines Filmscharniers
 - Bauteilqualität

► Grobe Unterteilung der Angusssysteme

- Kaltkanal (erstarrender Anguss, wird mit dem Formteil entformt)
- Heißkanal (nicht erstarrendes Angusssystem)



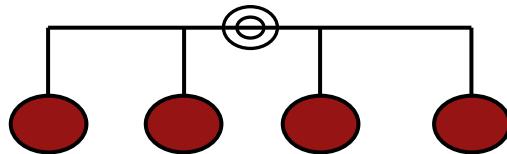
Kaltkanalsystem



Heißkanalsystem

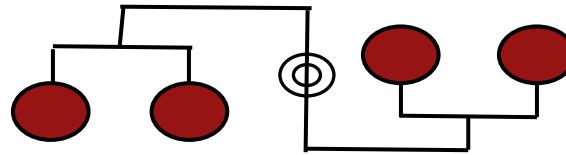
► Anforderungen

- Kräftegleichgewicht im Werkzeug



ungünstig

=> ungleichmäßige Füllung und
Werkzeugbelastung



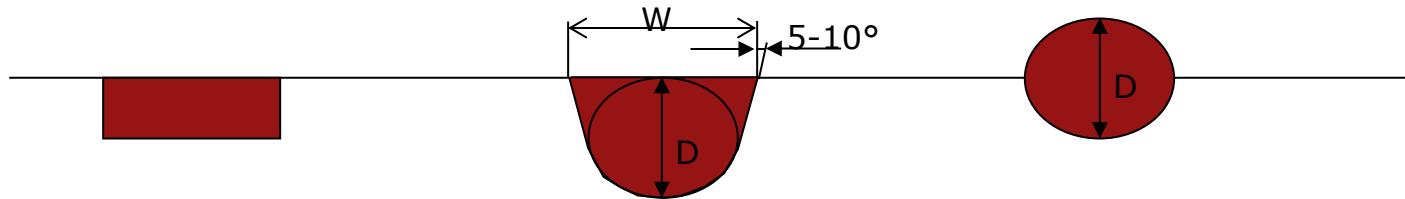
günstiger

=> gleichmäßige Füllung und
Werkzeugbelastung

- möglichst gleich kurze Wege wählen und Querschnitte anpassen (natürliche Balancierung) um Füll- und Nachdruckphase gleichermaßen zu berücksichtigen

► Anforderungen

- Dimensionierung und Ausführung der Verteilerkanäle



ungünstig

Wirtschaftlich
bevorzugt

Verfahrenstechnisch
optimal

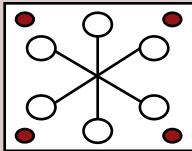
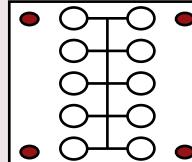
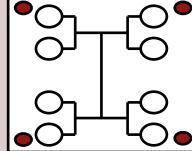
$$W = 1,25 \times D$$

$$D = s_{\max} + 1,5 \text{ mm}$$

$$D = s_{\max} + 1,5 \text{ mm}$$

D = Durchmesser Kaltkanalverteiler

s_{\max} = größte Wanddicke im Formteil

	Vorteile	Nachteile
Sternverteilung 	Gleiche Fließwege zu allen Formnestern. Günstige Anordnung zur Entformung, besonders bei Teilen mit mechanisch betätigter Gewindeausdrehspindel.	Anzahl der unterzubringenden Formester ist beschränkt.
Reihenverteilung 	Unterbringung von mehr Formnestern als bei der Sternverteilung möglich.	Ungleich lange Fließwege zu den einzelnen Formnestern. Gleichzeitige Füllung nur durch unterschiedliche Verteilungsquerschnitte möglich. (Angussbalancierung).
Symmetrieverteilung 	Gleichlange Fließwege zu allen Formnestern, keine Balancierung der Angussverteiler notwendig.	Großes Angussvolumen, viel Abfall Abhilfe: Heißkanal- oder Isolierkanalverteiler

- ▶ Der Einsatz von Heisskanaltechnik im Spritzgusswerkzeug begünstigt eine höhere Produktivität beim Spritzgießen
 - Materialeinsparung
 - Angepasste Spritzgießparameter
 - Kürzere Zykluszeiten
 - Reduzierte Druck- und Temperaturverluste
 - Keine Nacharbeit
 - Gleichmäßige Produktqualität
- ▶ Aufgabe des Heisskanalsystems:
 - Die Schmelze möglichst schadensfrei mit Wärmebeibehaltung gleichmäßig in die Kavität(en) zu leiten!

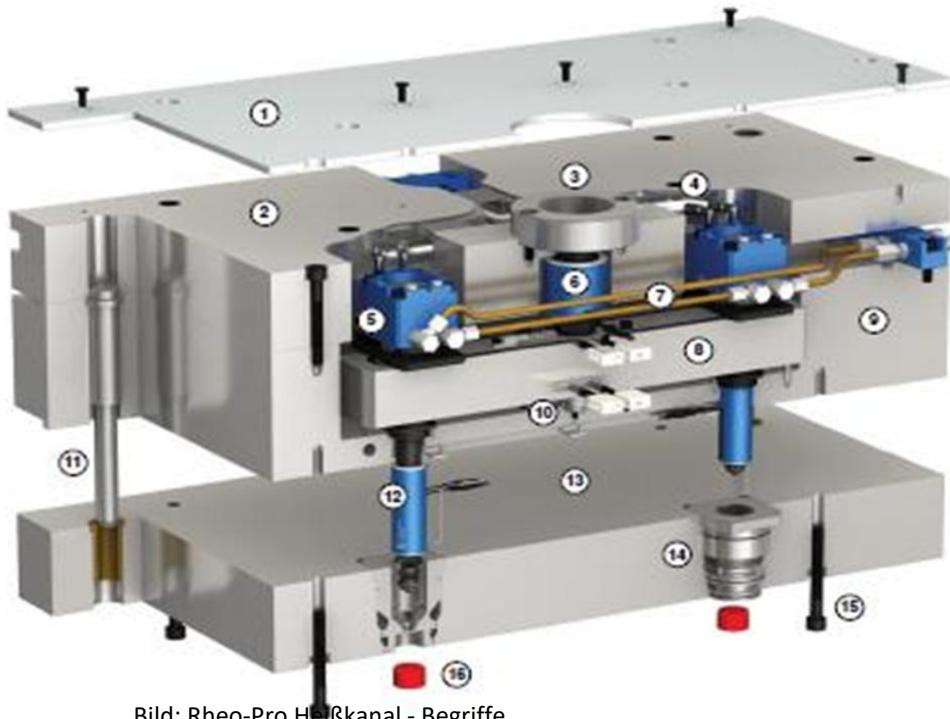
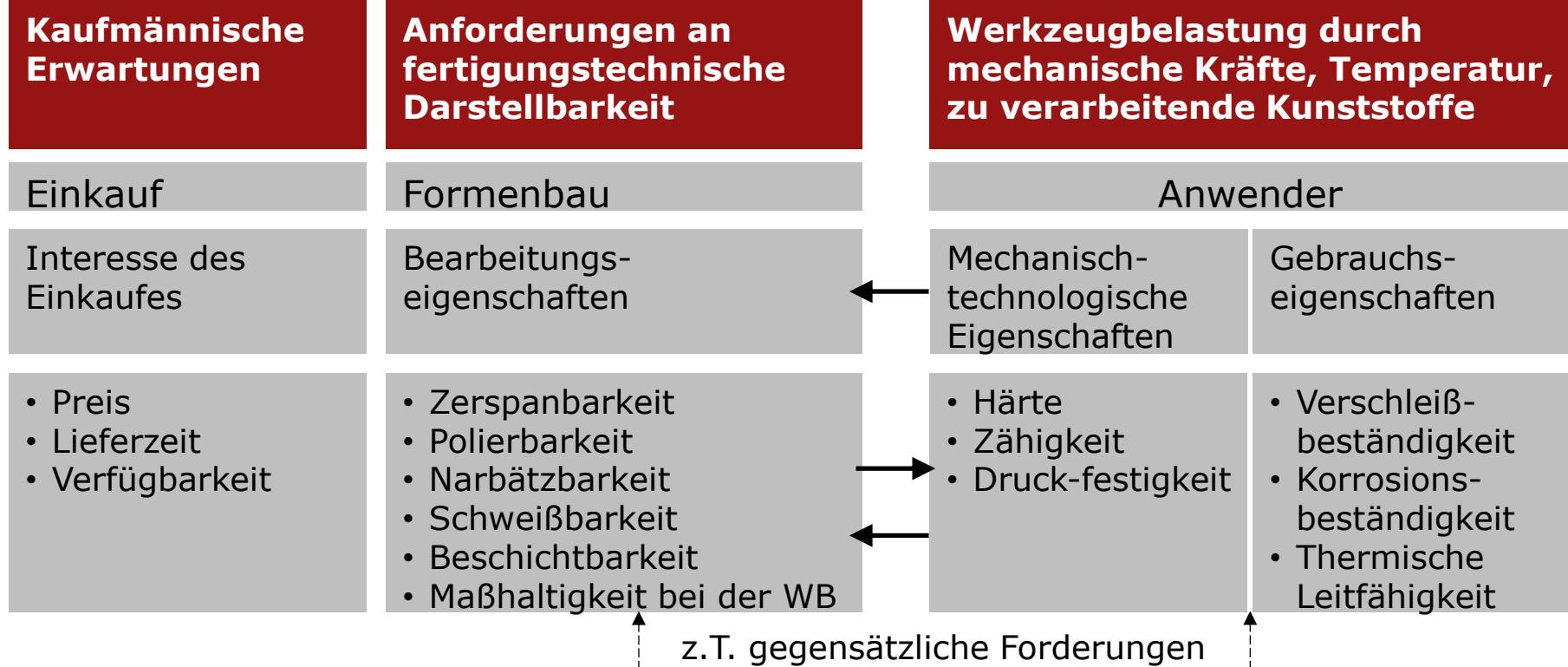


Bild: Rheo-Pro Heißkanal - Begriffe
Quelle: MHS Hot Runner Solutions

1. Isolierplatte
2. Aufspannplatte
3. Zentrierring
4. Druckluftzuführleitung
5. Nadelbetätigungszyylinder
6. Heisskanalangiessbuchse
7. Zylinderkühlung
8. Heißkanalverteilerbalken
9. Verteilerplatte
10. Verteilerzentrierstütze
11. Führungsstift
12. Düsentyp – gleitend
13. Kavitätenplatte
14. Kavitäteneinsatz
15. Kavitätensplattenverschraubung
16. Kunststoffteil

- ▶ Auswahl des Heisskanalsystems hängt unter anderem von den folgenden Kriterien ab:
 - Formteil: Abmessungen und Toleranzen, Funktionsteil, Lage Anspritzpunkt, Lage Bindenähte, Oberfläche, ...
 - Kunststoff: amorph, transparent, Fließindex, gefüllt/verstärkt, V0,
 - Farbwechsel (!)
 - HK-System: Lieferant, Regelung, Druckbedarf, Verweilzeit, Düsentyp, ...
 - Werkzeug: Fachzahl, Werkzeugabmessungen, Entformung, Schieber, Kerne, Temperierung, ...
 - Spritzgießmaschine: Schließkraft, Aufspannplatte, Spritzdruck, Schussvolumen,...
 - Wirtschaftlichkeit: Produktionsort, Zykluszeit, Investition, Kosten (z.B. Energie),...

Stahlqualität



Stahlqualität

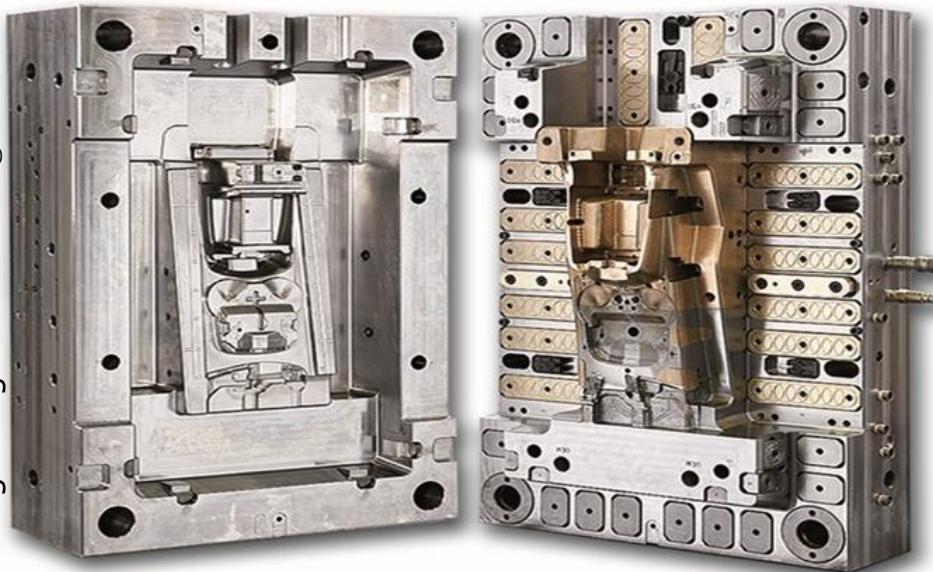
Komponente 1.2312	Preis	Komponente 1.2085	Preis
Aufspannplatte DS 346x396x36	309,00	Aufspannplatte DS 346x346x36	410,00
Zwischenplatte DS 346x346x46	317,00	Zwischenplatte DS 346x346x46	415,00
Formplatte DS 346x346x56	371,00	Formplatte DS 346x346x56	493,00
Formplatte AS 346x346x56	371,00	Formplatte AS 346x346x56	493,00
Zwischenplatte AS 346x346x36	275,00	Zwischenplatte AS 346x346x36	352,00
Leisten AS	232,00 (1.1730)	Leisten AS	426,00
Auswerferpaket	280,00	Auswerferpaket	395,00
Aufspannplatte AS 346x396x36	309,00	Aufspannplatte AS 346x346x36	410,00
Summe	2.464,00	Summe	3.394,00

Quelle: Meusburger Georg GmbH & Co KG

- ▶ Materialien unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit
 - schnelle Wärmeabführung von Kavitätsoberfläche zum Temperiermedium
 - geeignet für Teilbereiche und unzugängliche Bereiche im Werkzeug

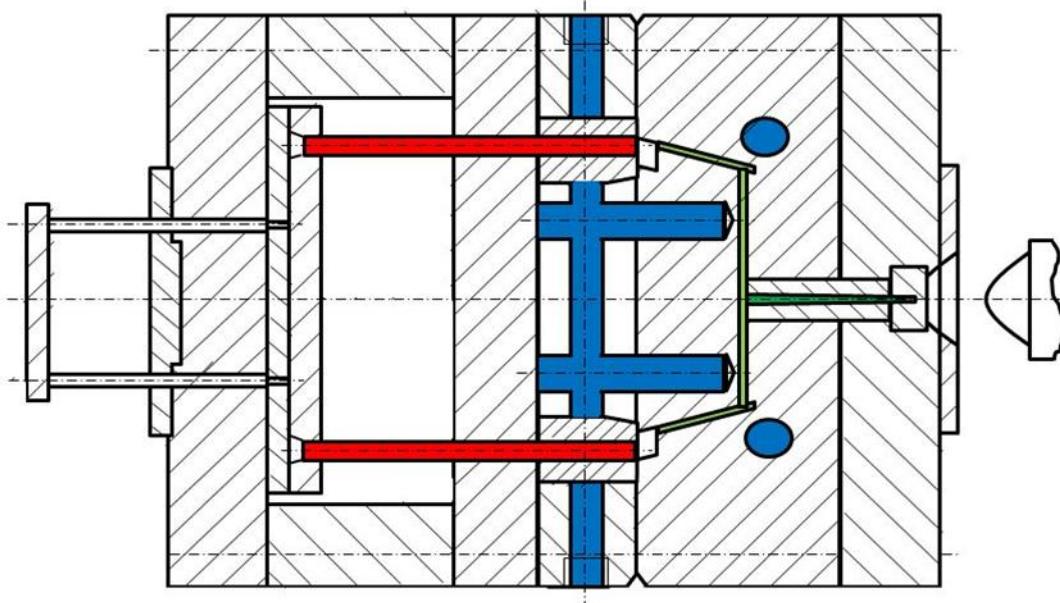


Legierung: AMPICOLOY® 940

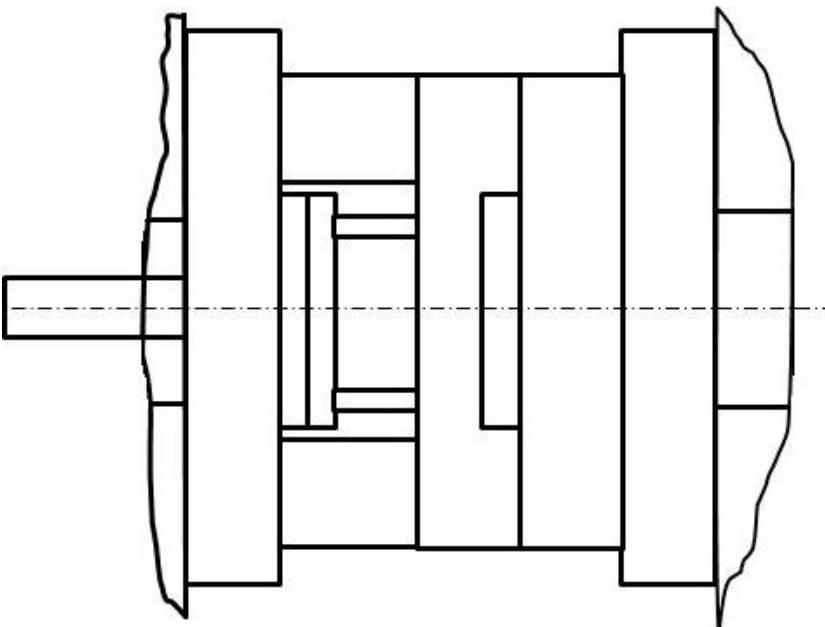


- ▶ Kräfte an einem Spritzgießwerkzeug sind

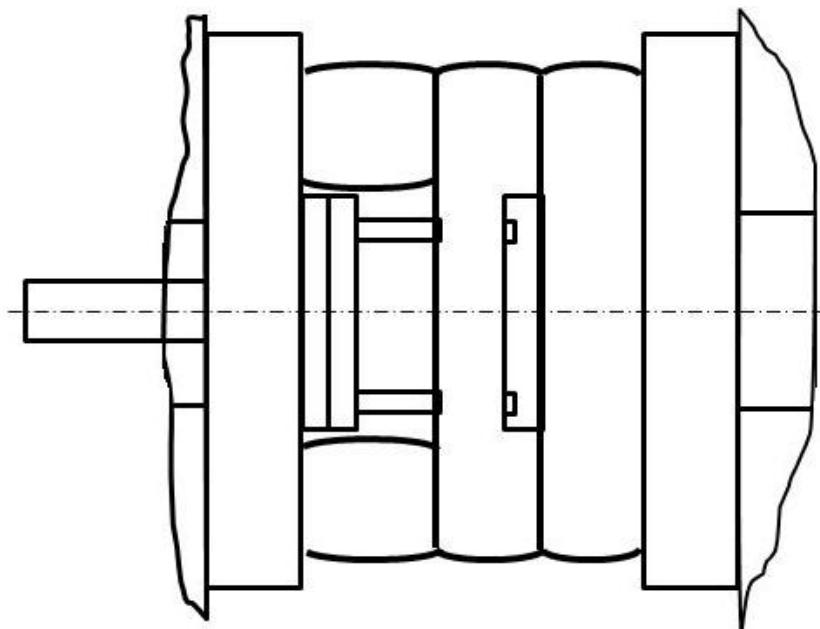
- Schließkraft
- Forminnendruck
- Düsenanpresskraft



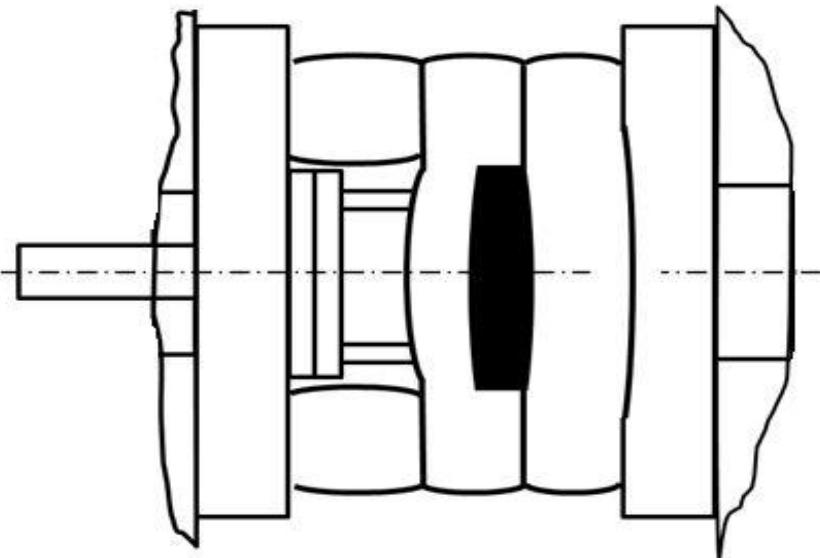
Werkzeug unbelastet



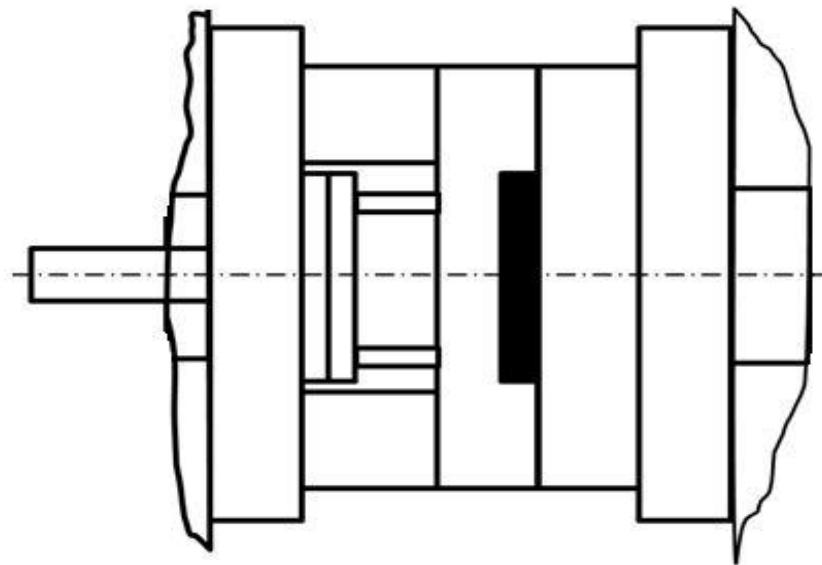
Werkzeug mit Schließkraft



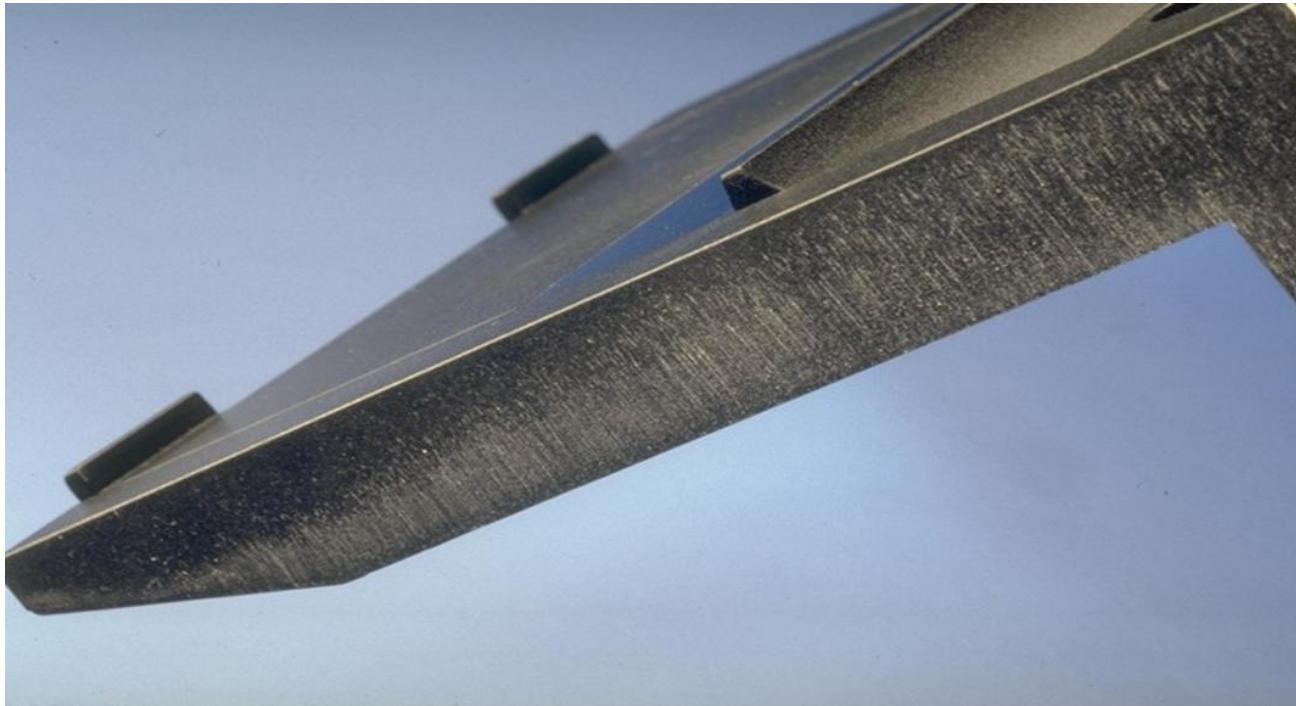
Werkzeug belastet durch
Schließkraft + Forminnendruck



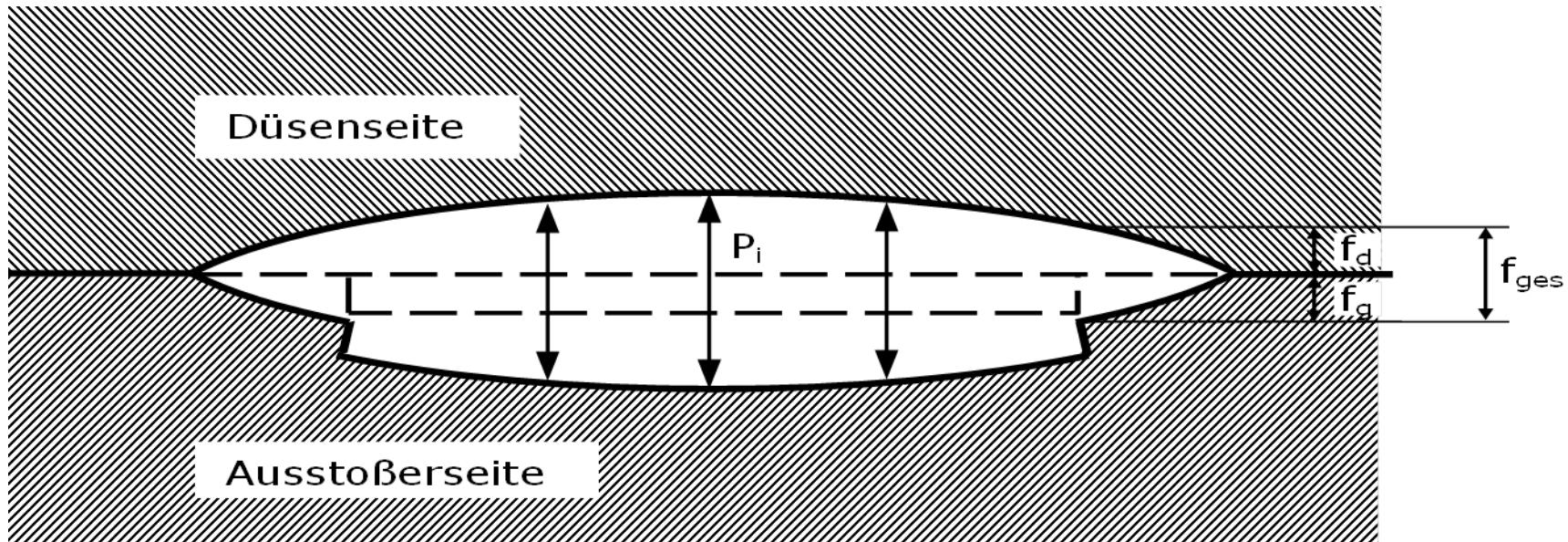
Werkzeug bei einer optimalen
Entformung



- ▶ Entformungsriefen durch unzulässige Werkzeugverformungen



- ▶ Verformung der Kavität durch den Forminnendruck



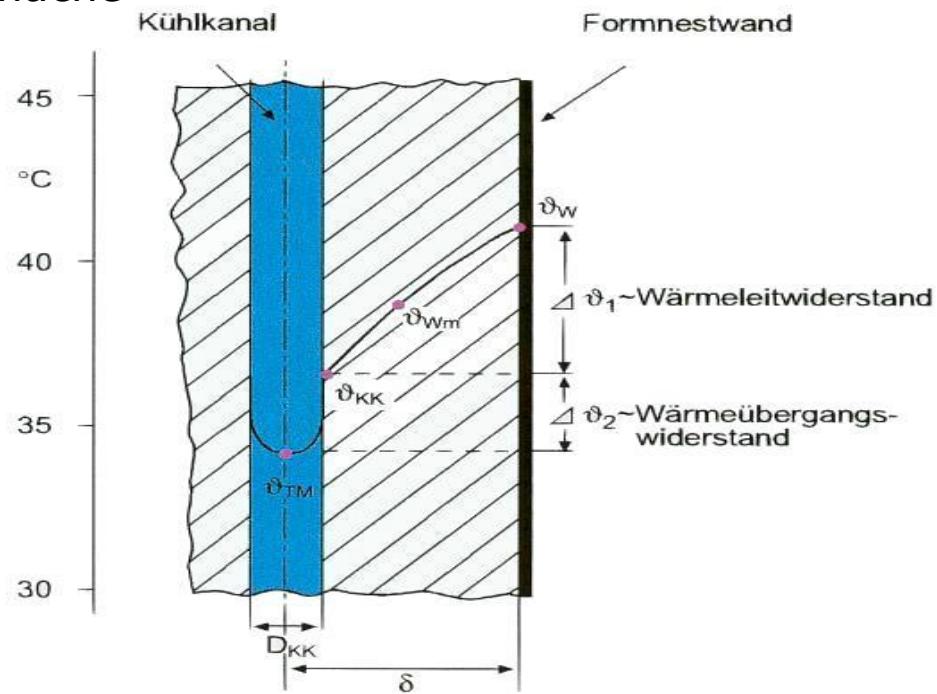
- ▶ Gratbildung auf Grund einer unzulässigen Werkzeugdeformation



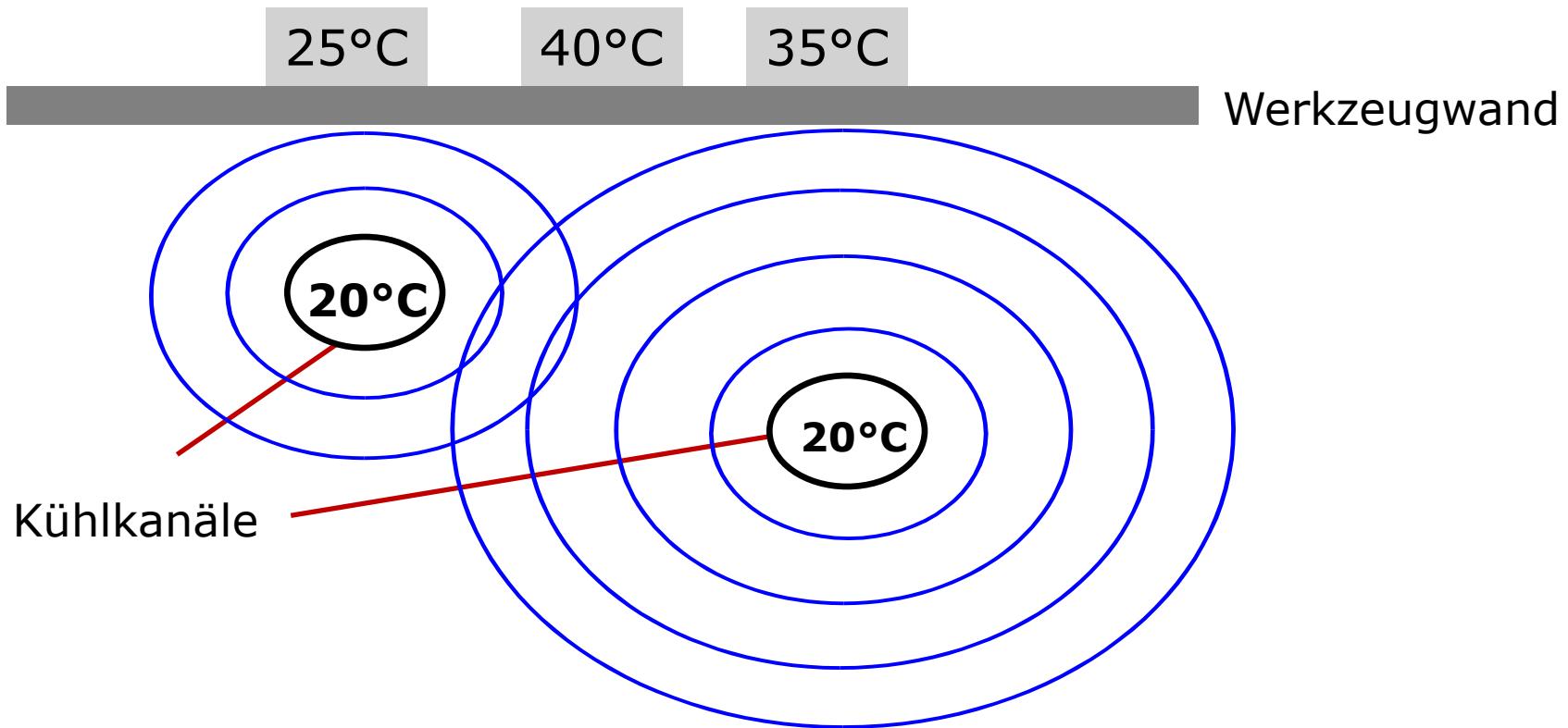
Werkzeugtemperierung

► Einflussfaktoren auf die Werkzeug-WAND-Temperatur:

- Abstand Kühlkanal – Formnestoberfläche
- Wärmeleitfähigkeit Stahlqualität
- Temperiermedium
- Zykluszeit
- Wanddicke des Bauteils
- Kunststoff

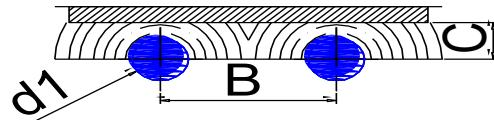


Auslegung der Werkzeugtemperierung

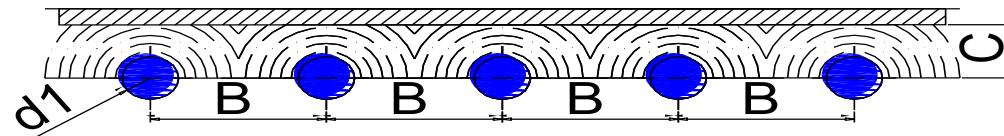


► Kühl- bzw. Temperierlayout im Werkzeug

ungleichmäßige
Wärmeabfuhr



gleichmäßige
Wärmeabfuhr



Faustformel zum Abstand der Kühlkanäle:

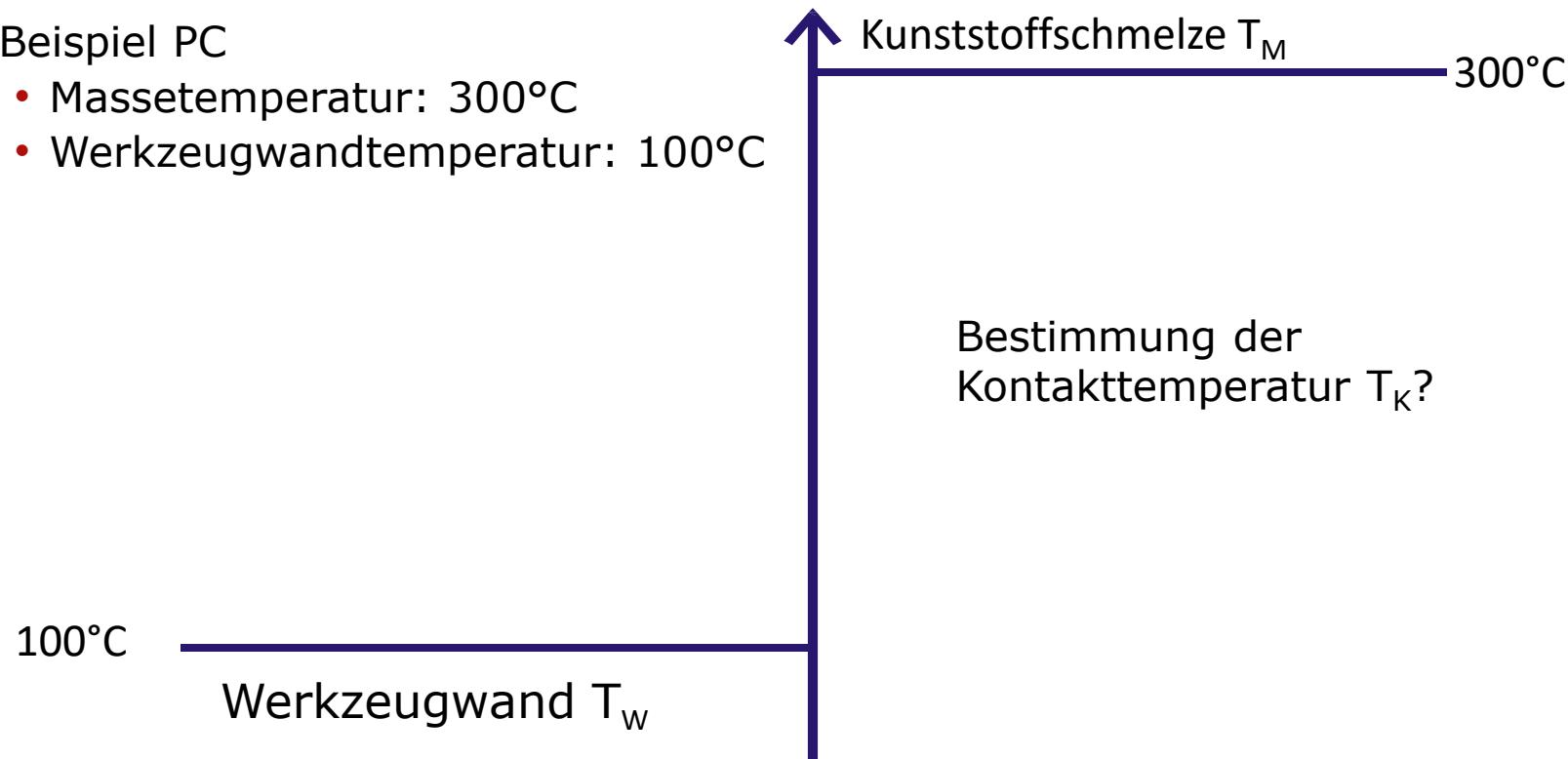
$$C = 0,8 \text{ bis } 1,5 \times B$$

$$B = 2,5 \text{ bis } 3,5 \times d_1$$

Kontakttemperatur im Spritzgießwerkzeug

► Beispiel PC

- Massetemperatur: 300°C
- Werkzeugwandtemperatur: 100°C



Kontakttemperatur im Spritzgießwerkzeug

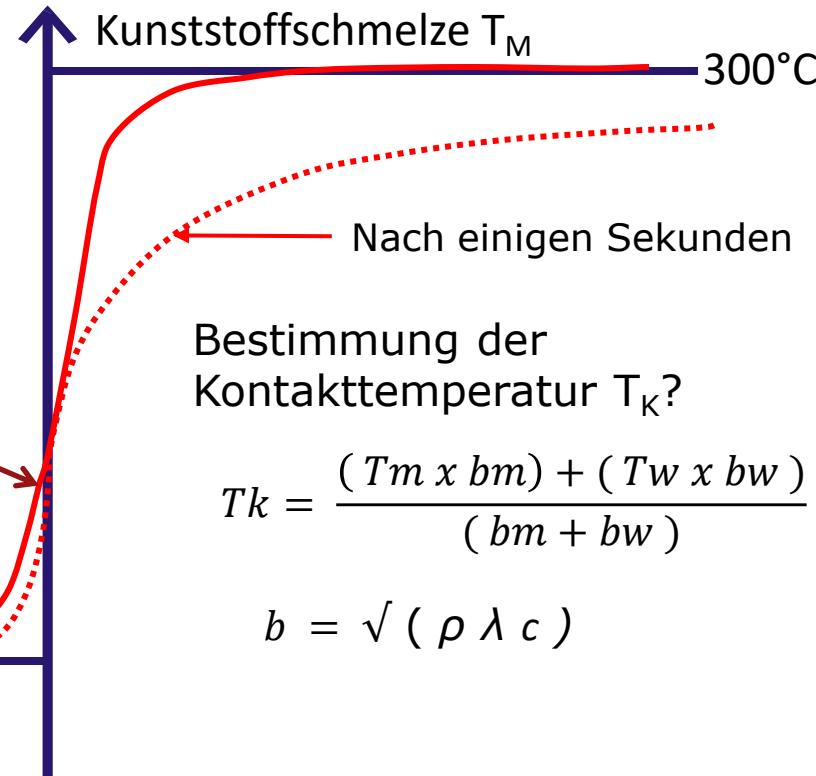
► Beispiel PC

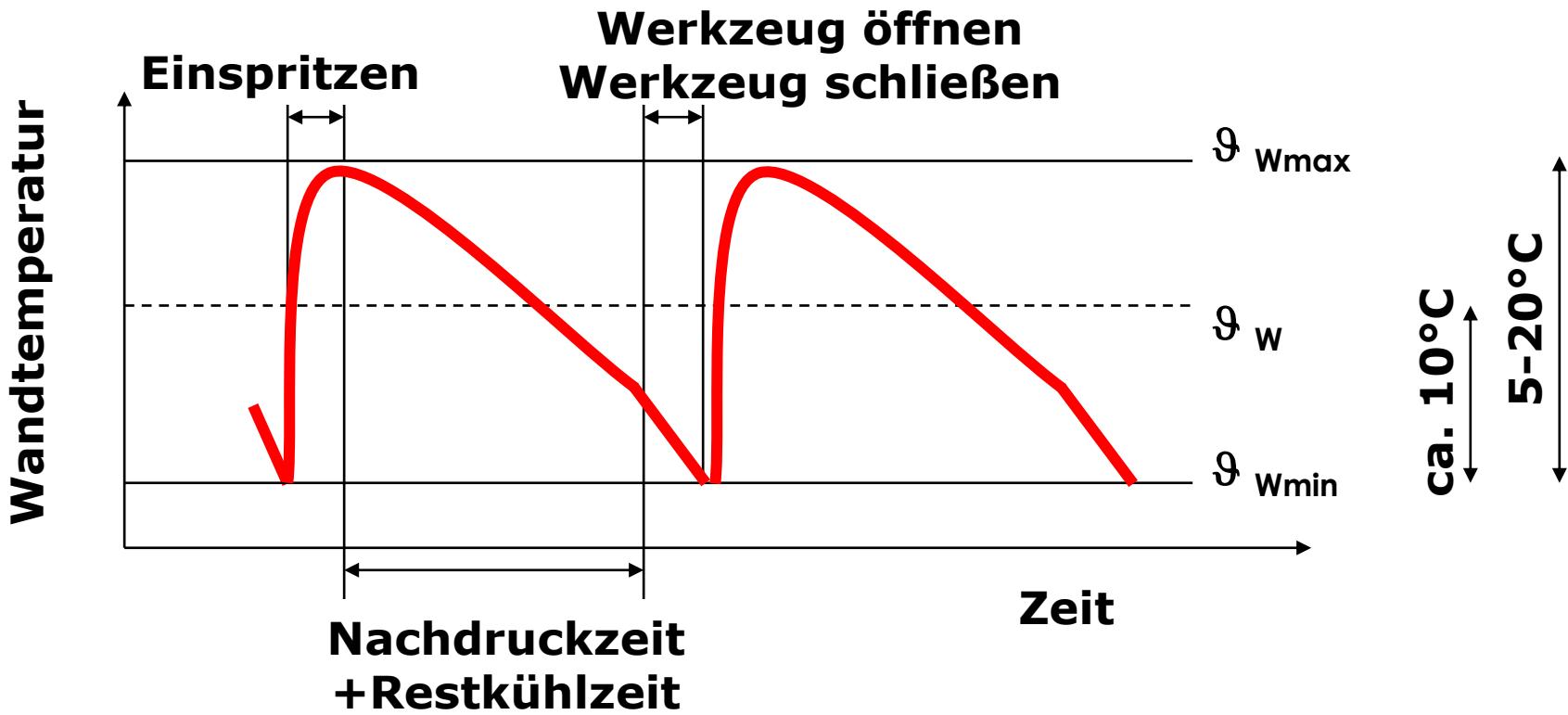
- Massetemperatur: 300°C
- Werkzeugwandtemperatur: 100°C

Kontakttemperatur $\sim 113^\circ\text{C}$

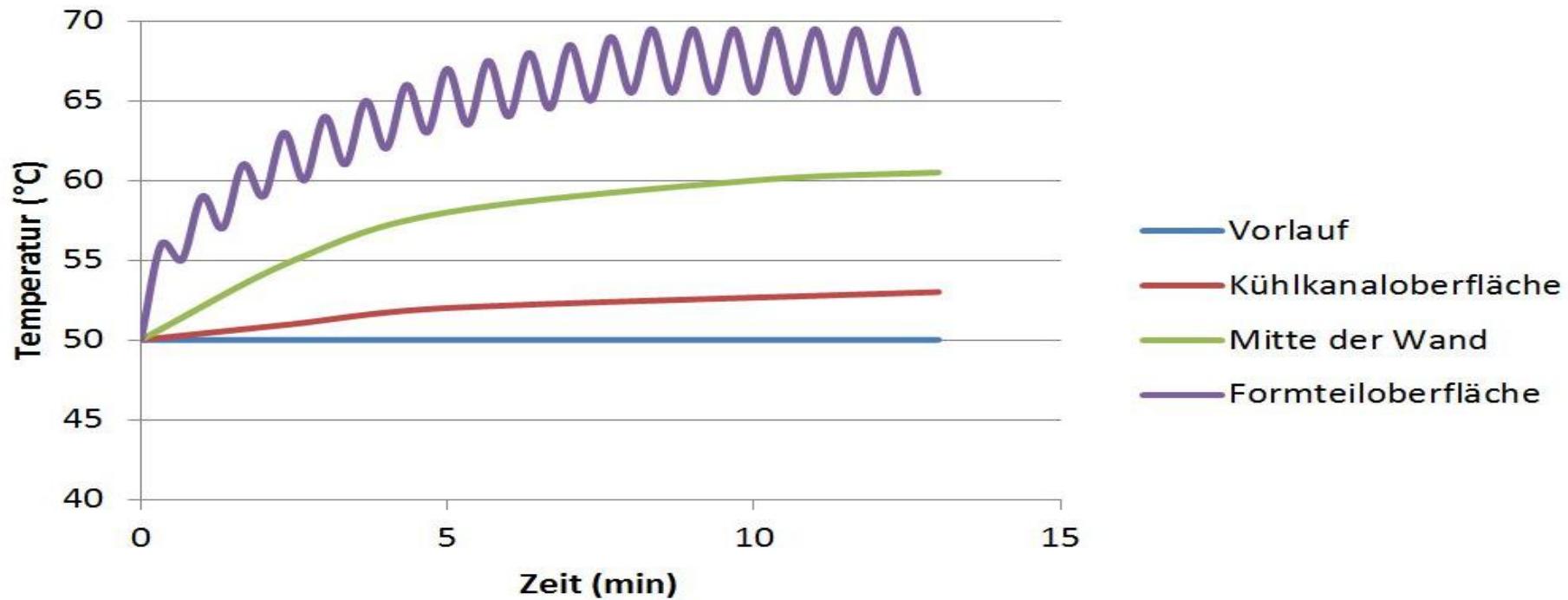
100°C

Werkzeugwand T_w



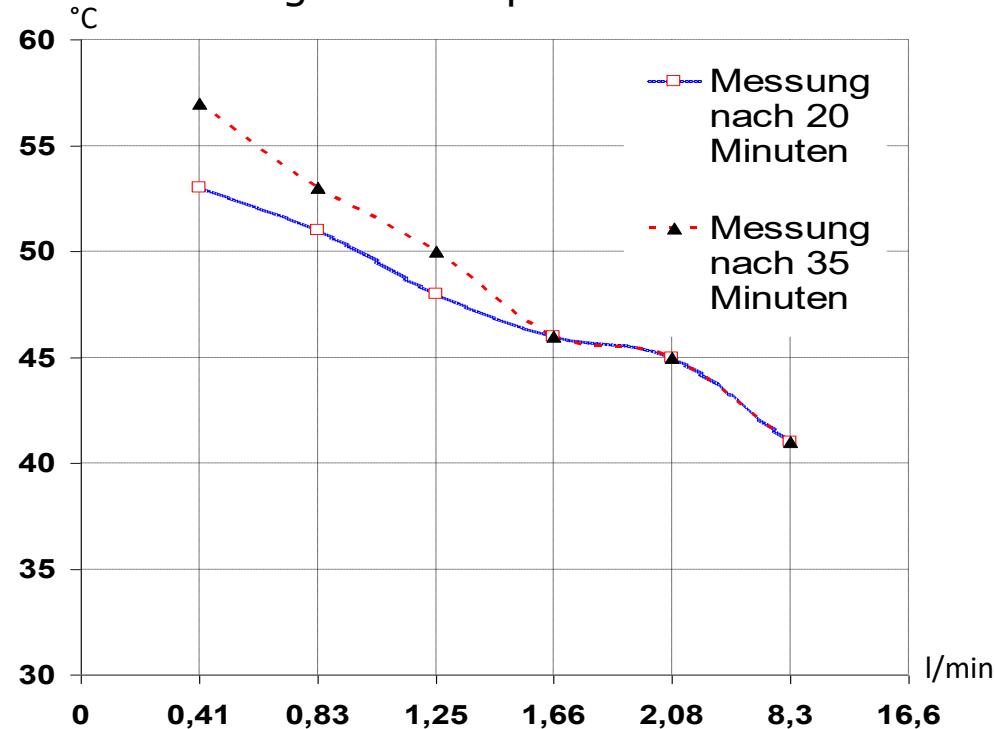


Werkzeugwandtemperatur



► Einfluss der Durchflussmengen auf die Werkzeugwandtemperatur

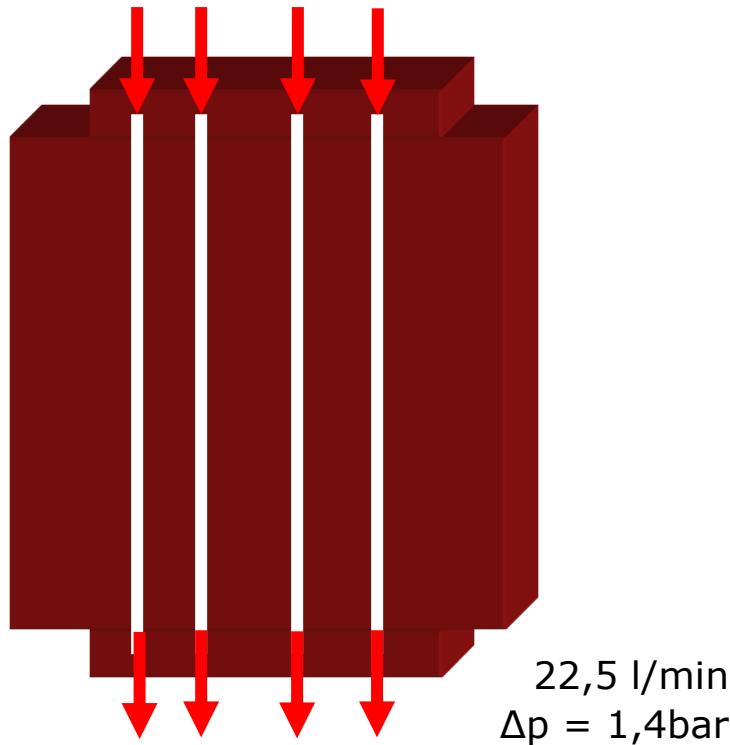
- Kühlkanaldurchmesser: 8 mm
- Material: PP Hostalen
- $T_{\text{Masse}} = 240 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- $T_{\text{Vorlauf}} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- $t_{\text{Zyklus}} = 15 \text{ s}$



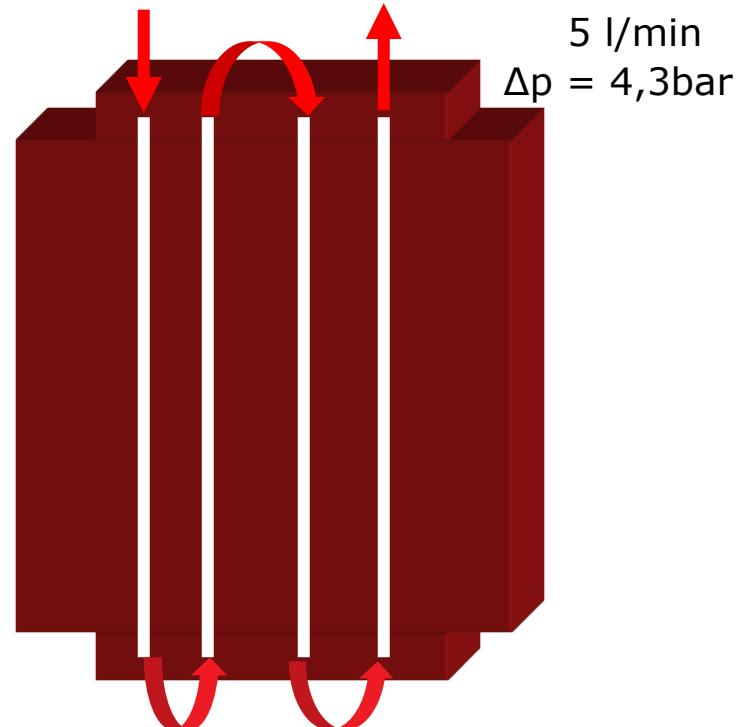
Temperieranschlussplan des Werkzeuges

Temperieranschlussplan des Werkzeuges

► Parallelschaltung

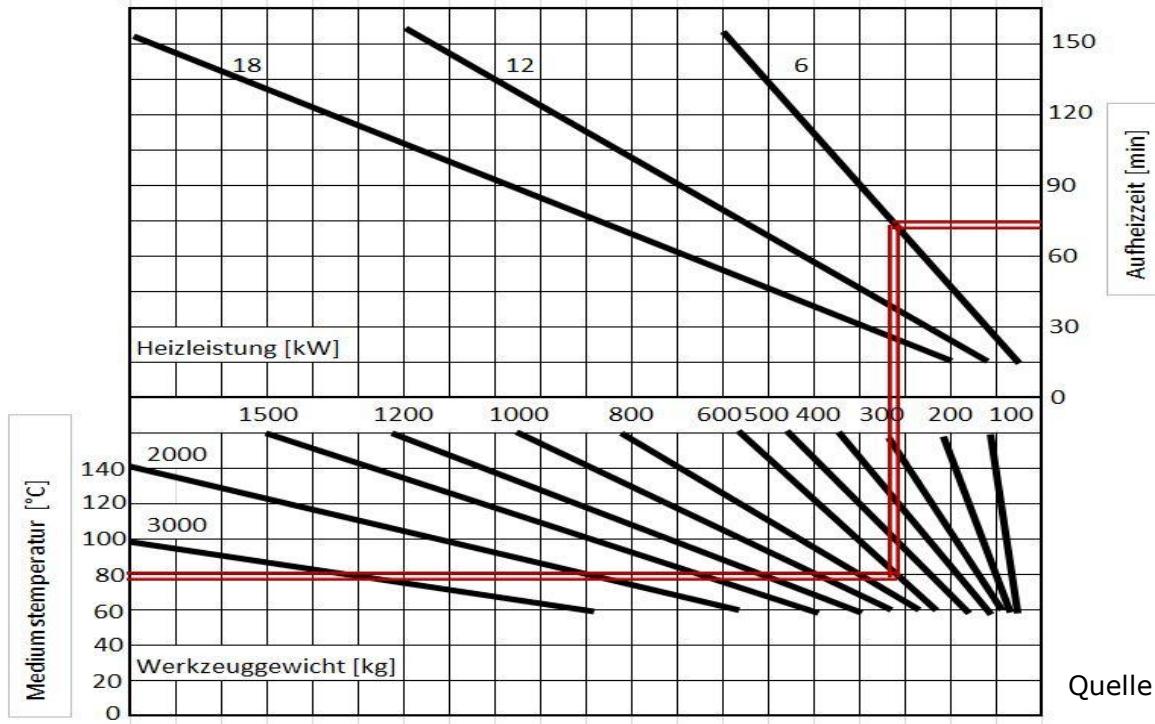


► Reihenschaltung



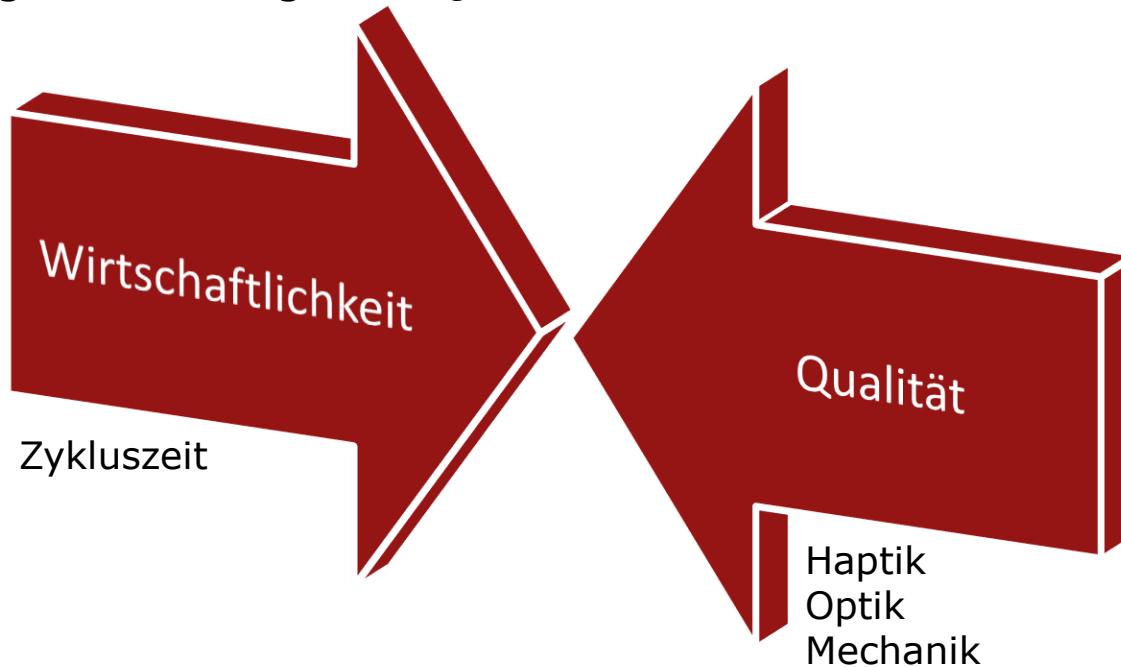
Temperieranschlussplan des Werkzeuges

► Werkzeugvorwärmung



Quelle: K.I.M.W. NRW GmbH

- Temperierung ist eine Frage der Qualität und der Wirtschaftlichkeit

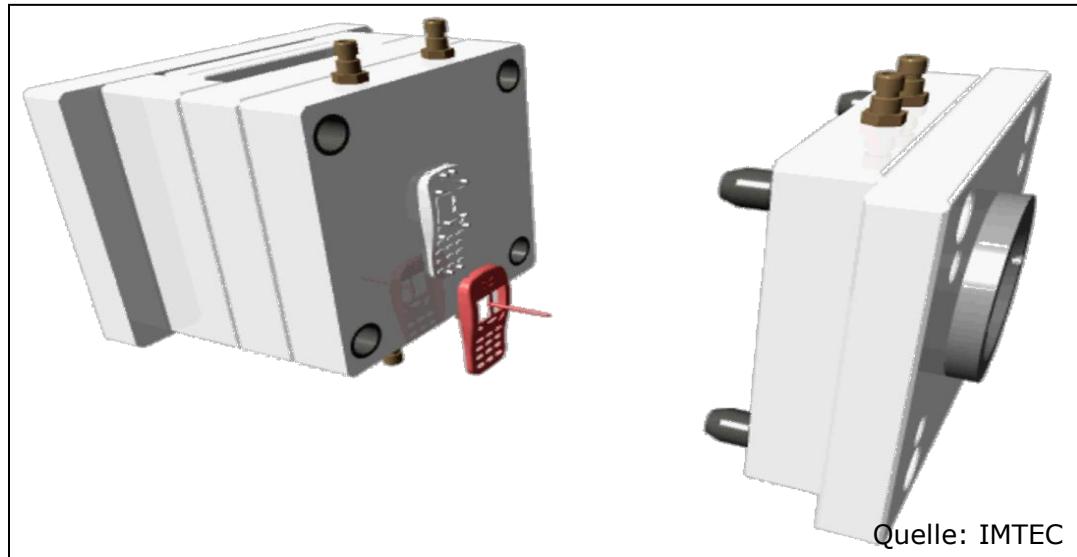


Werkzeugtypen

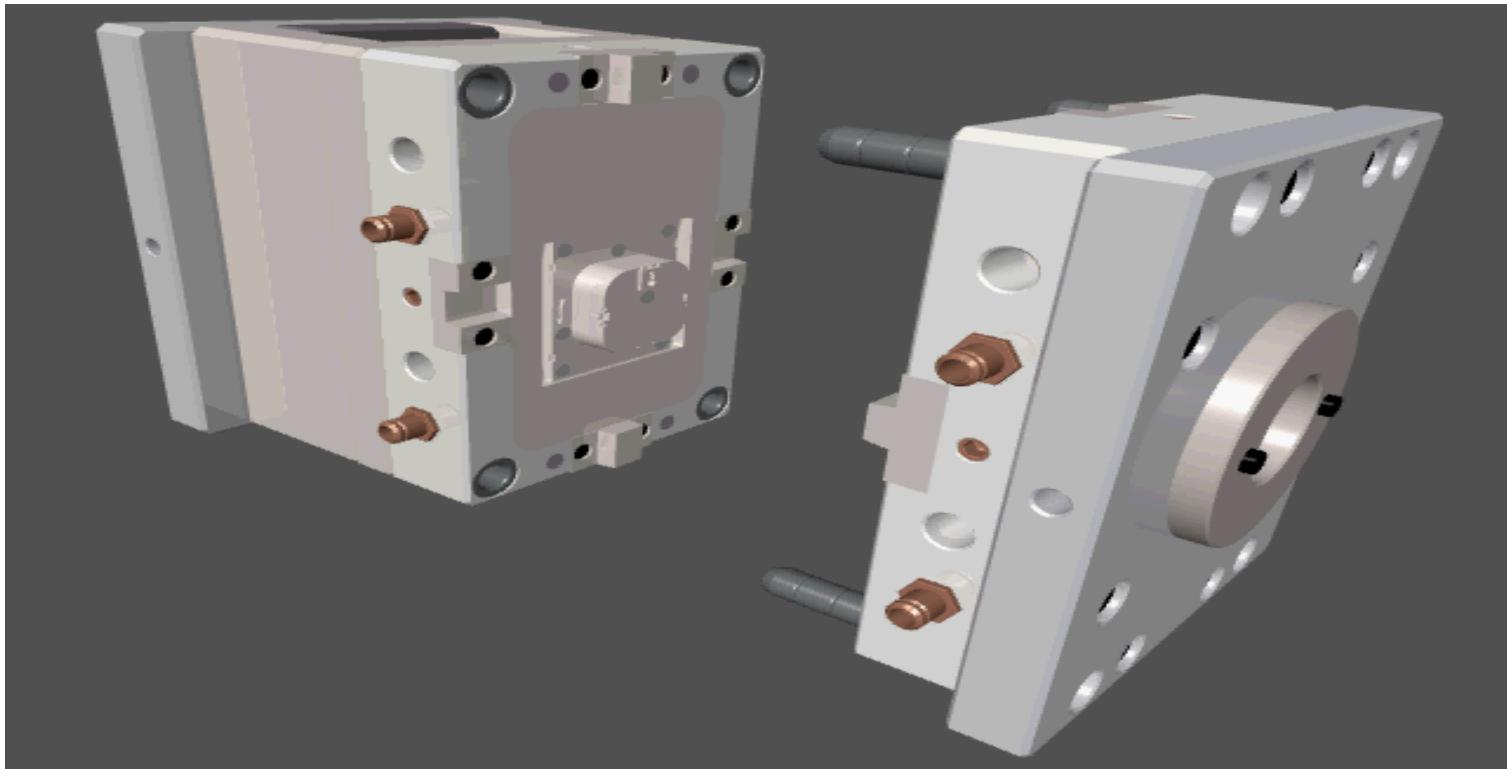
► Konstruktive Ausführungen

- Normalwerkzeuge
- Abstreifwerkzeuge
- Schieber- und Backenwerkzeuge
- Abschraubwerkzeuge
- 3-Platten-Werkzeug
- Etagenwerkzeuge

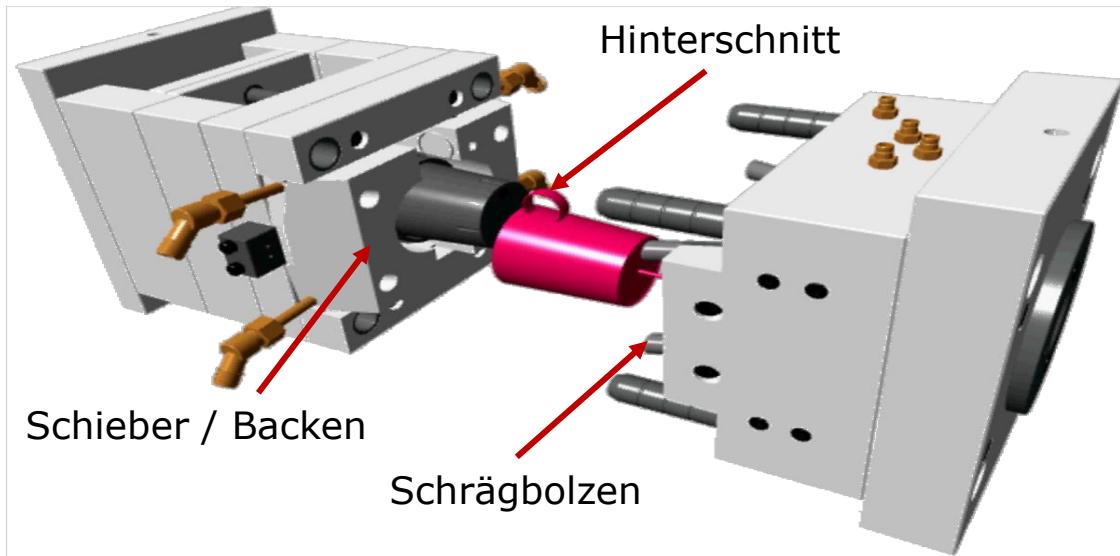
- ▶ Das Normalwerkzeug stellt die einfachste Bauform eines Spritzgießwerkzeuges dar
- ▶ Es besitzt eine Trennebene, führt eine Öffnungsbewegung in einer Richtung aus und entformt die Artikel durch Auswerferelemente.
- ▶ Beim Abstreifwerkzeug liegt der Unterschied hauptsächlich im Entformungssystem. Das Formteil wird durch eine Abstreiferplatte entformt.



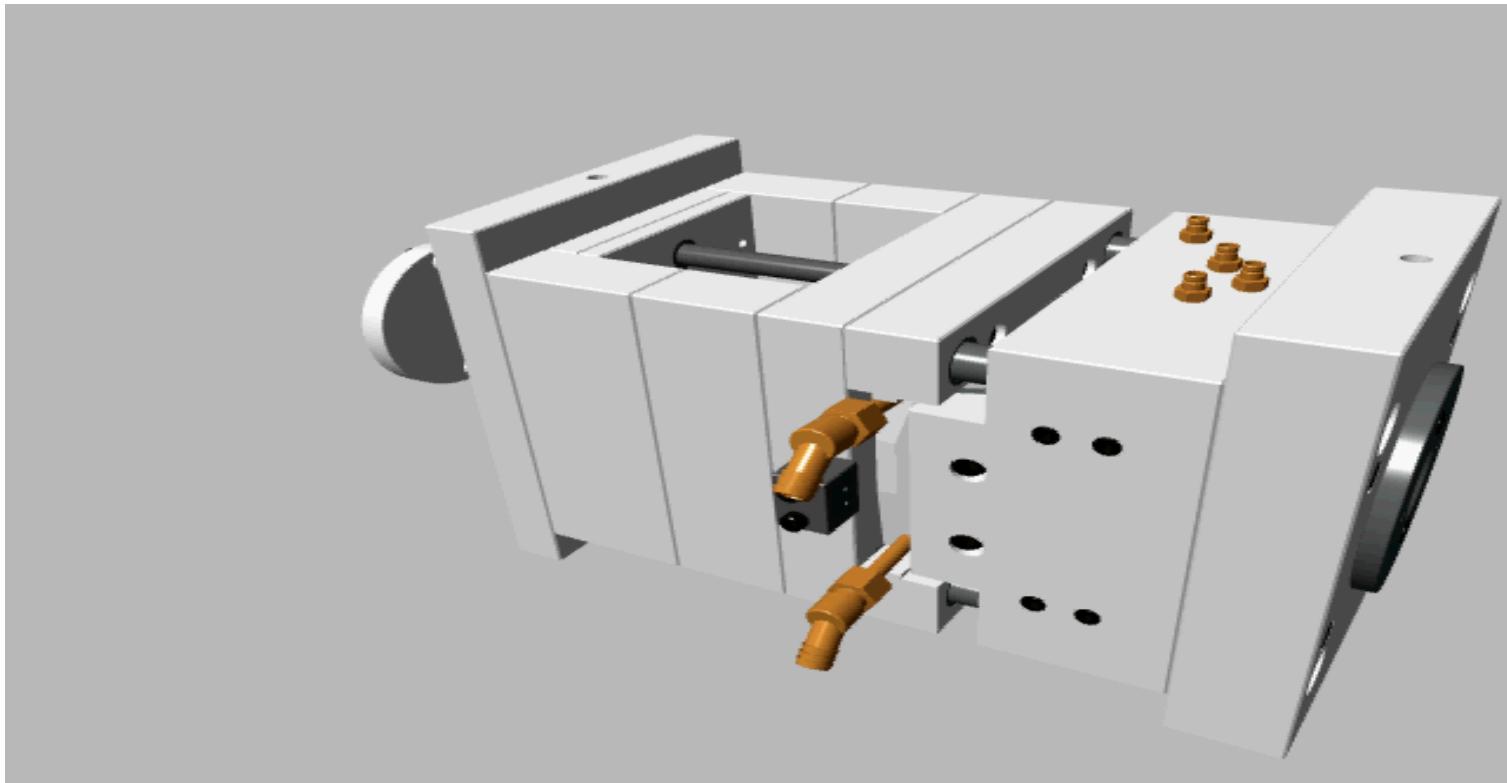
Normalwerkzeug



- ▶ Schieber- und Backenwerkzeuge können im Vergleich zu einem Normalwerkzeug, durch quer zur Öffnungsrichtung geführte Schieber / Backen, Hinterschneidungen freigeben
- ▶ Unter einer Hinterschneidung versteht man einen Formteilbereich, der nicht durch die Werkzeugöffnungsrichtung entformt werden kann
- ▶ Durch Schrägbolzen kann die seitliche Bewegung der Schieber / Backen während der Werkzeugöffnung erzeugt werden



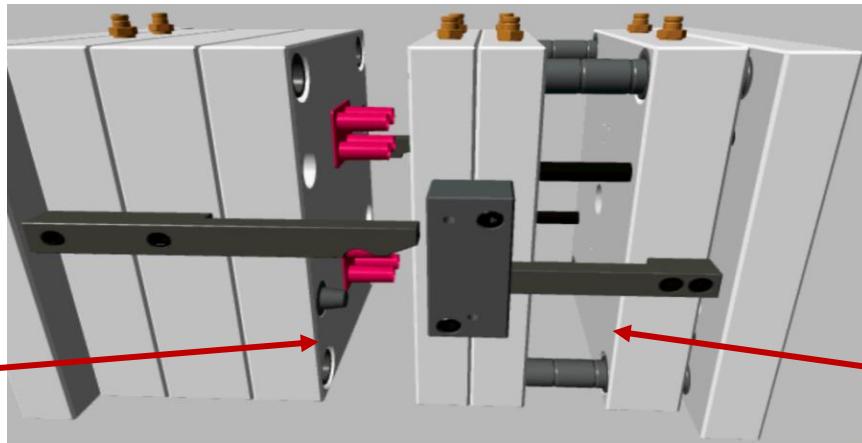
Schieber / Backenwerkzeug



Quelle: IMTEC

3-Plattenwerkzeug

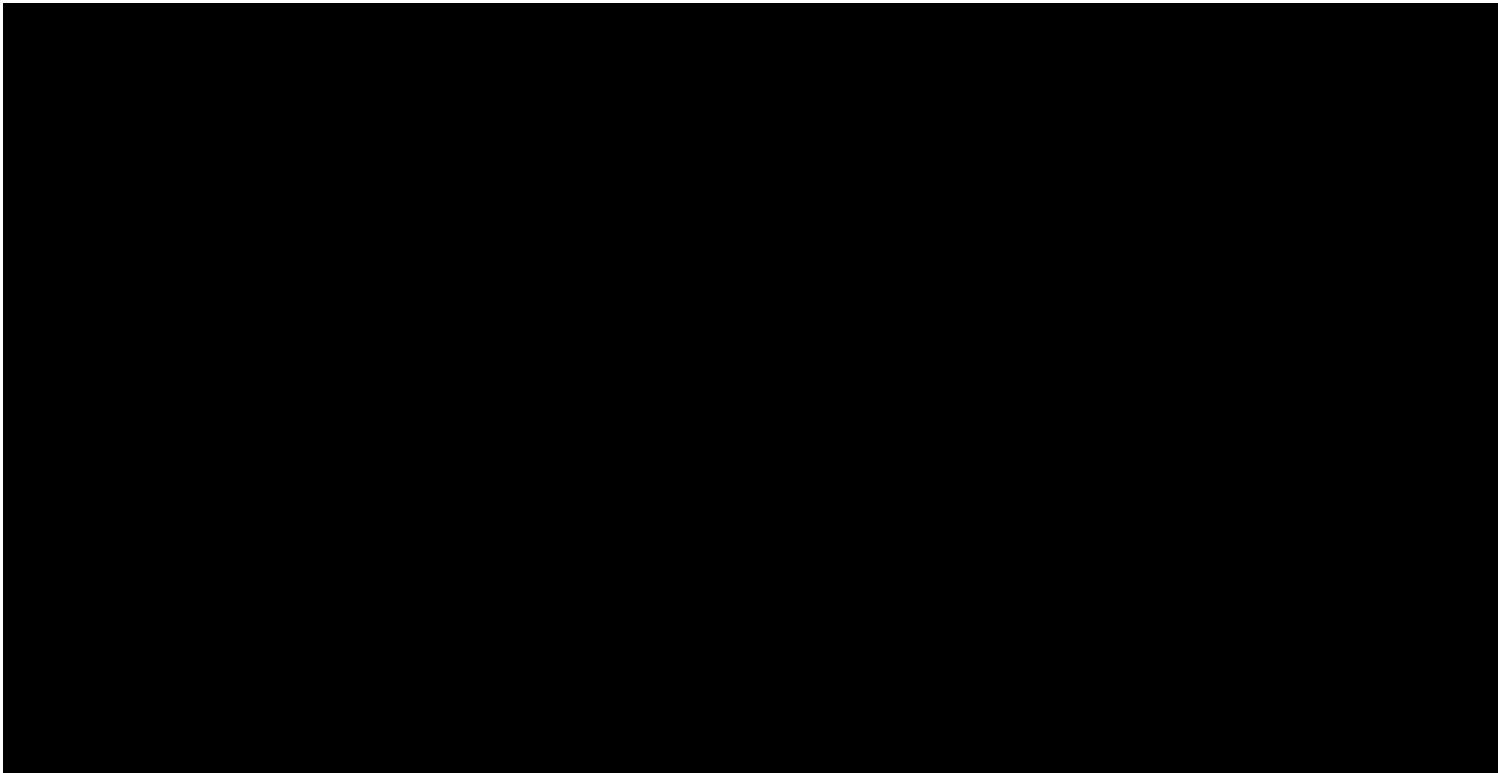
- Das 3-Plattenwerkzeug besitzt zwei Trennebenen zur getrennten Entformung von Anguss und Formteil



Quelle: IMTEC

- Durch eine gestufte Öffnungsbewegung werden Formteil und Anguss voneinander abgerissen
- Die zweite Trennebene ermöglicht bei Werkzeugen mit mehreren Kavitäten, diese direkt mit einem Kaltkanalangusssystem auf der Bodenfläche anzuspritzen. Durch diese Werkzeugtechnik können Heißkanalsysteme vermieden werden.

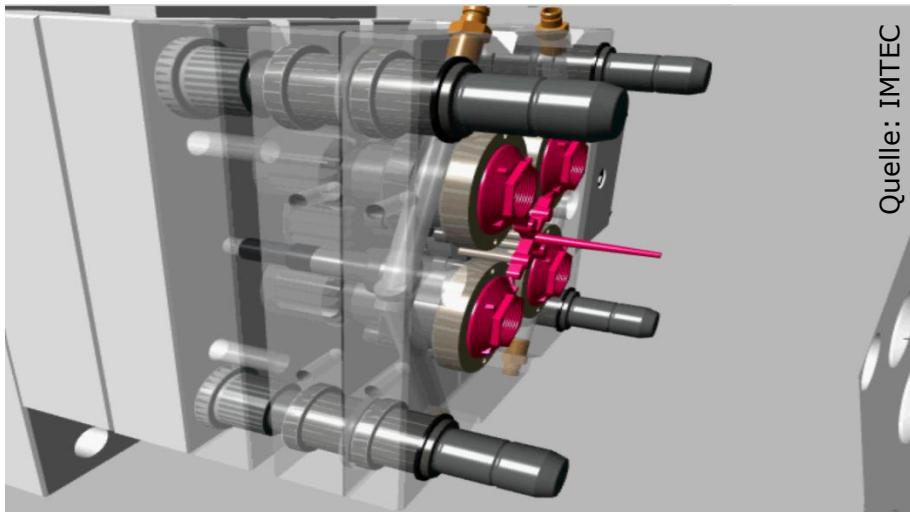
3-Plattenwerkzeug



Quelle: IMTEC

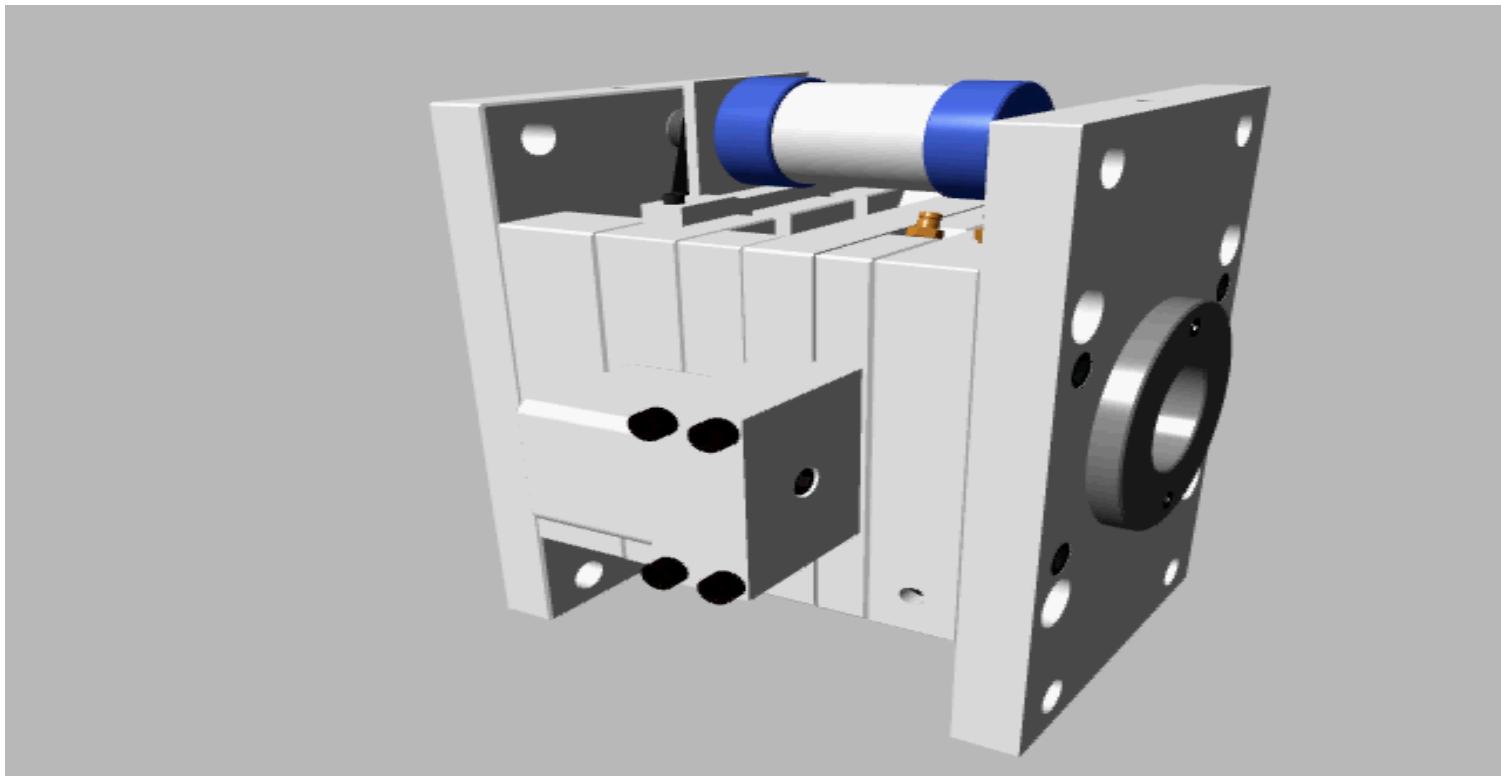
Ausschraub- oder Spindelwerkzeug

- ▶ Das Ausschraub- oder auch Spindelwerkzeug kann durch drehbare Kerne, die durch ein Getriebe bewegt werden, Innengewinde entformen
- ▶ Der Antrieb des Getriebes kann entweder mechanisch unter Nutzung der Öffnungs-
bewegung oder durch einen Motorantrieb erfolgen



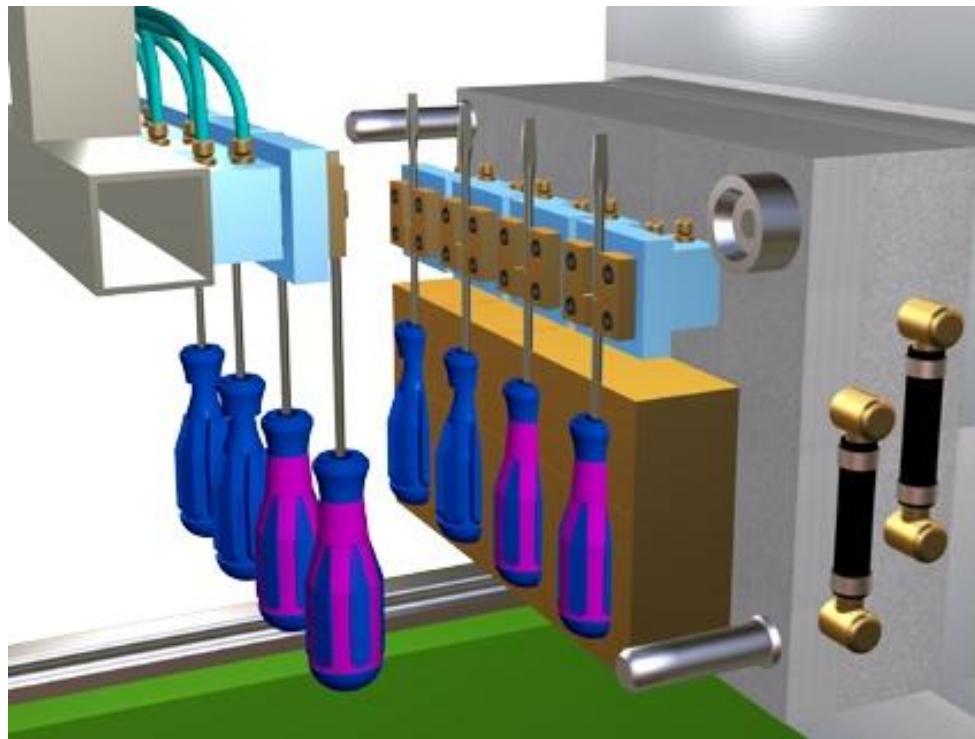
Quelle: IMTEC

Ausschraub- oder Spindelwerkzeug



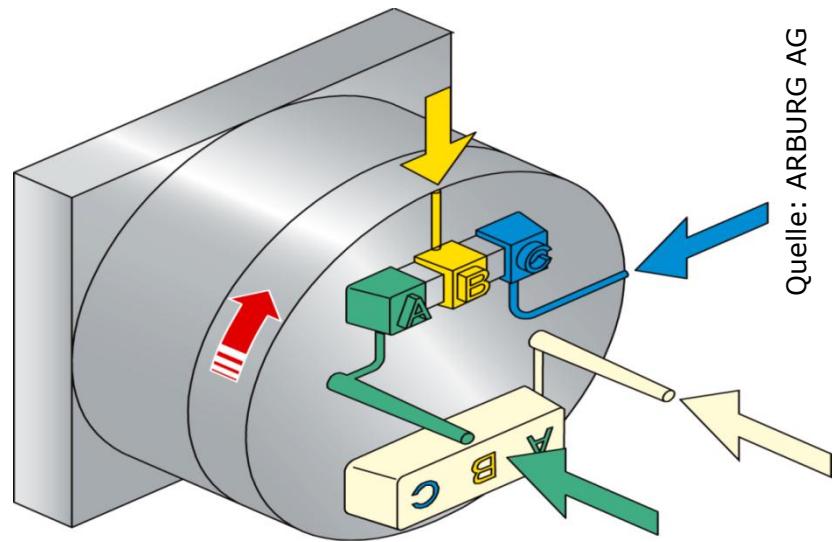
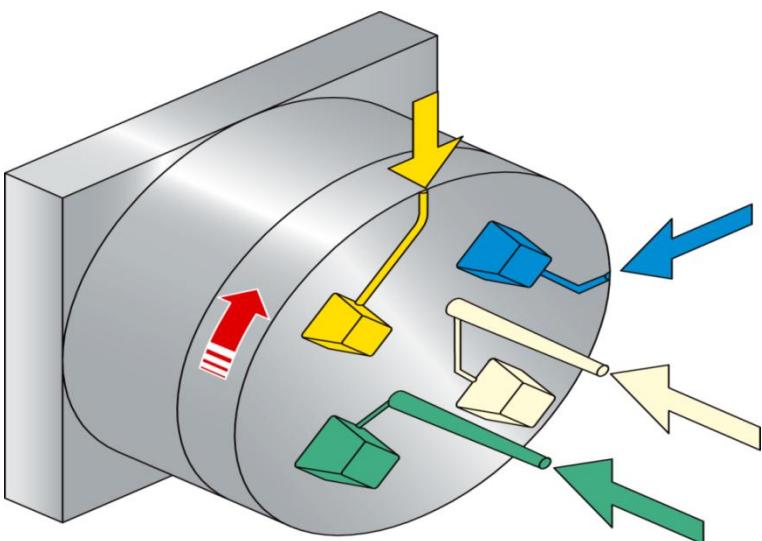
► Verfahrenstechnische Ausführungen (Sonderspritzgussverfahren)

- Mehrfarben- und Mehrkomponenten-Werkzeuge
 - Umsetztechnik
 - Drehtischtechnik
 - Indexplattentechnik
 - Schiebertechnik / „Core-Back“
- Monosandwich-Werkzeuge
- GID-Werkzeuge
- IMD-Werkzeuge



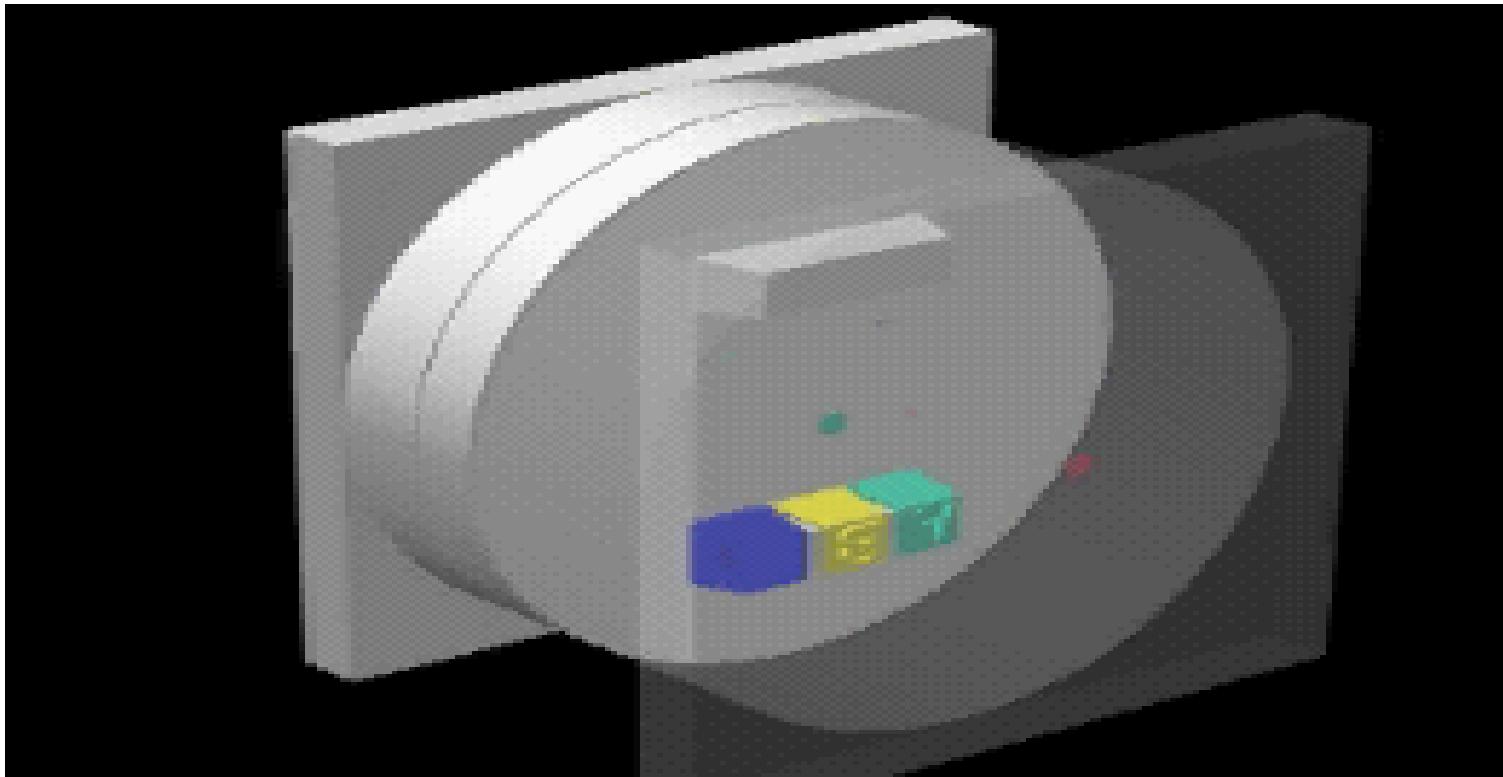
Quelle: ENGEL AUSTRIA GmbH

Drehtischtechnik

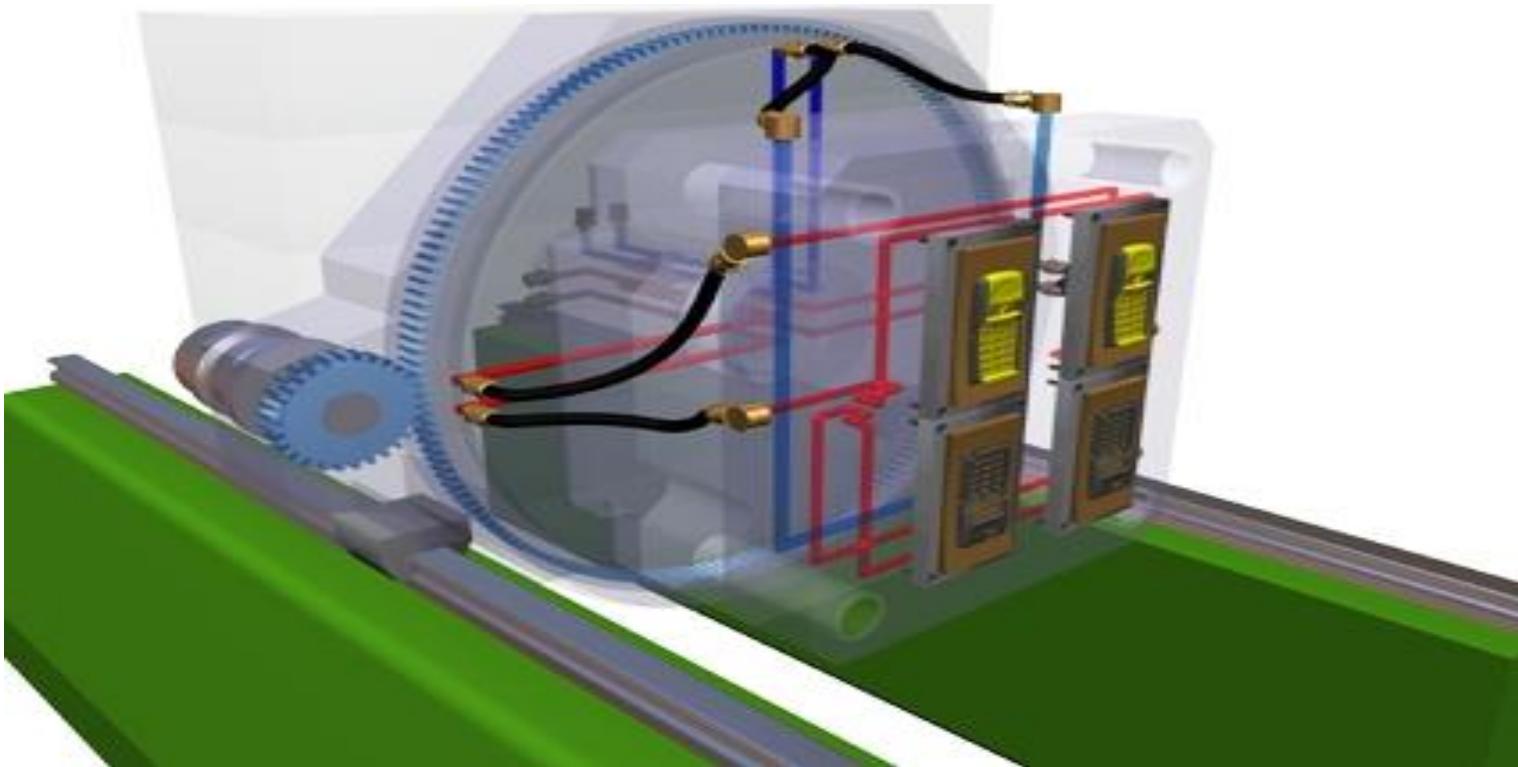


Quelle: ARBURG AG

Drehtischtechnik

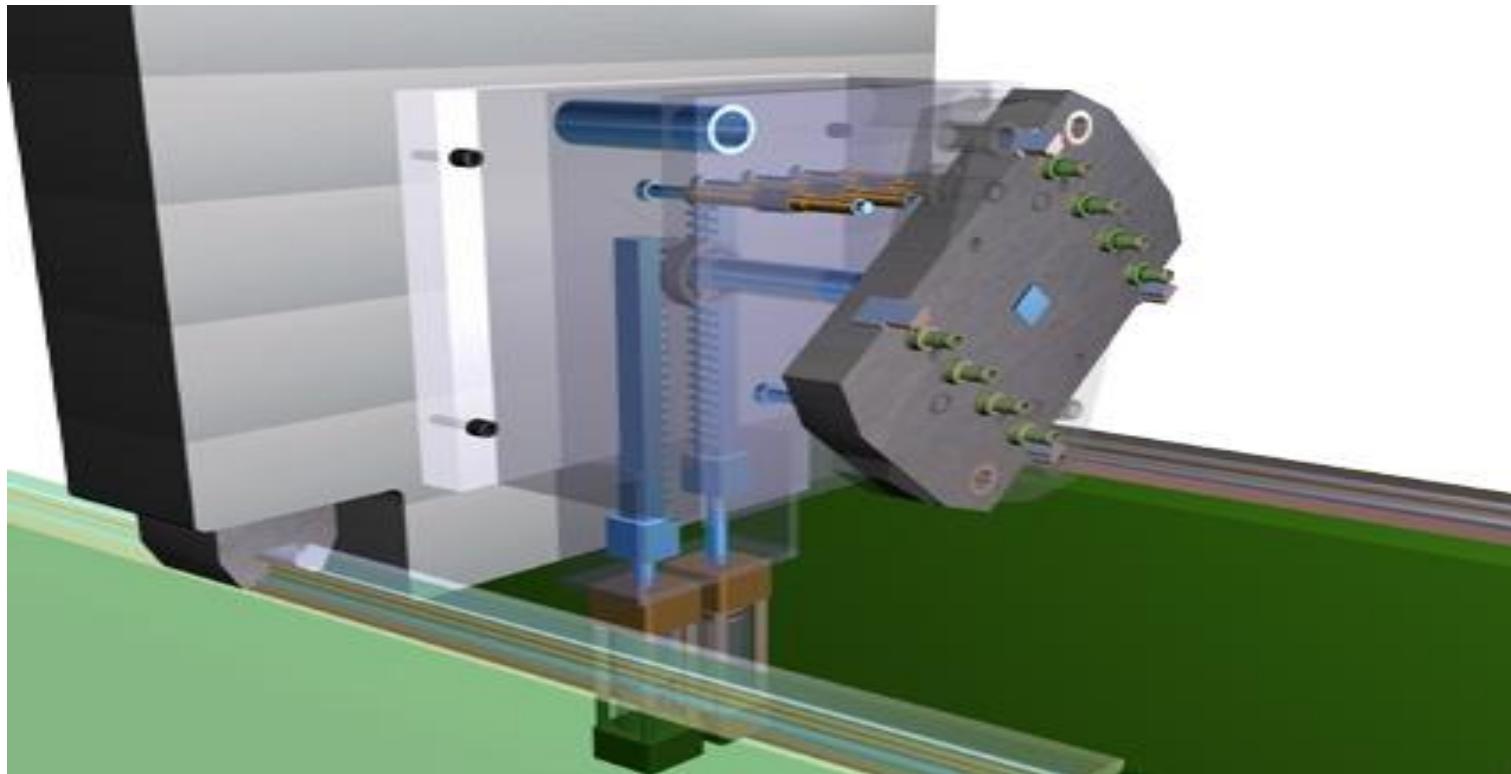


Quelle: ARBURG AG



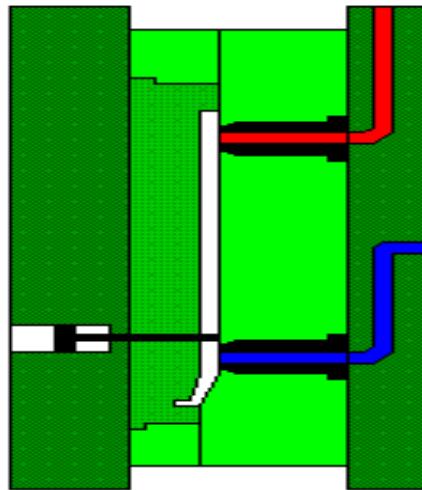
Quelle: Engel AUSTRIA GmbH

Indexplattentechnik

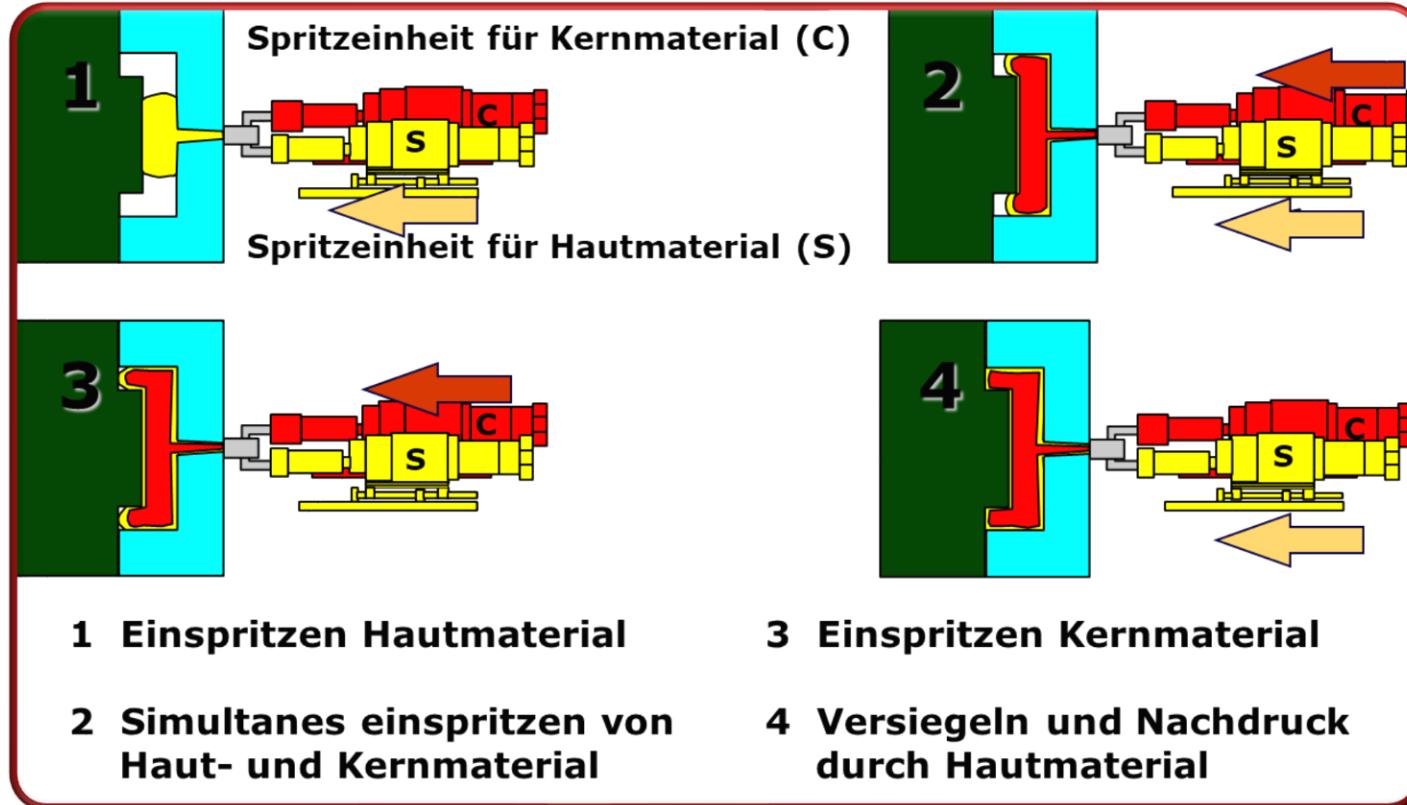


Quelle: ENGEL AUSTRIA GmbH

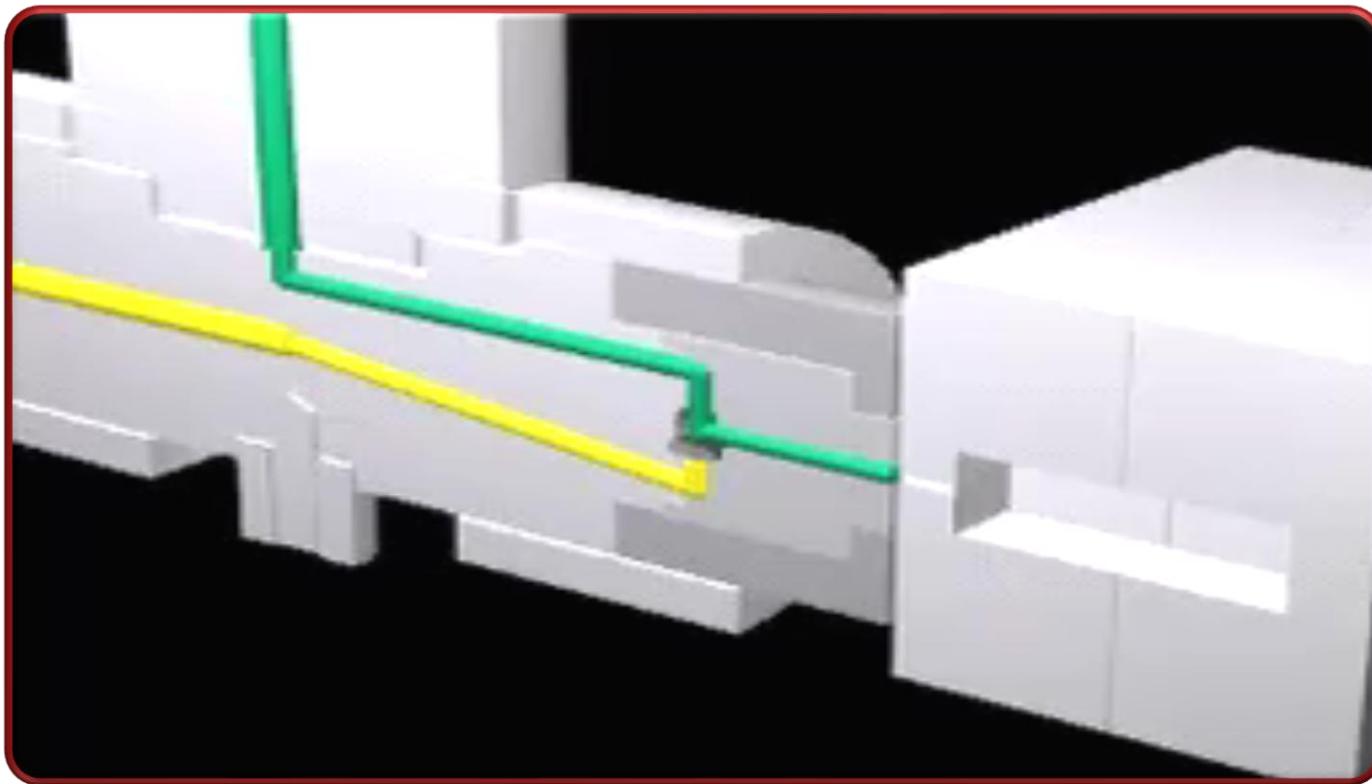
Schiebertechnik / „Core-Back“



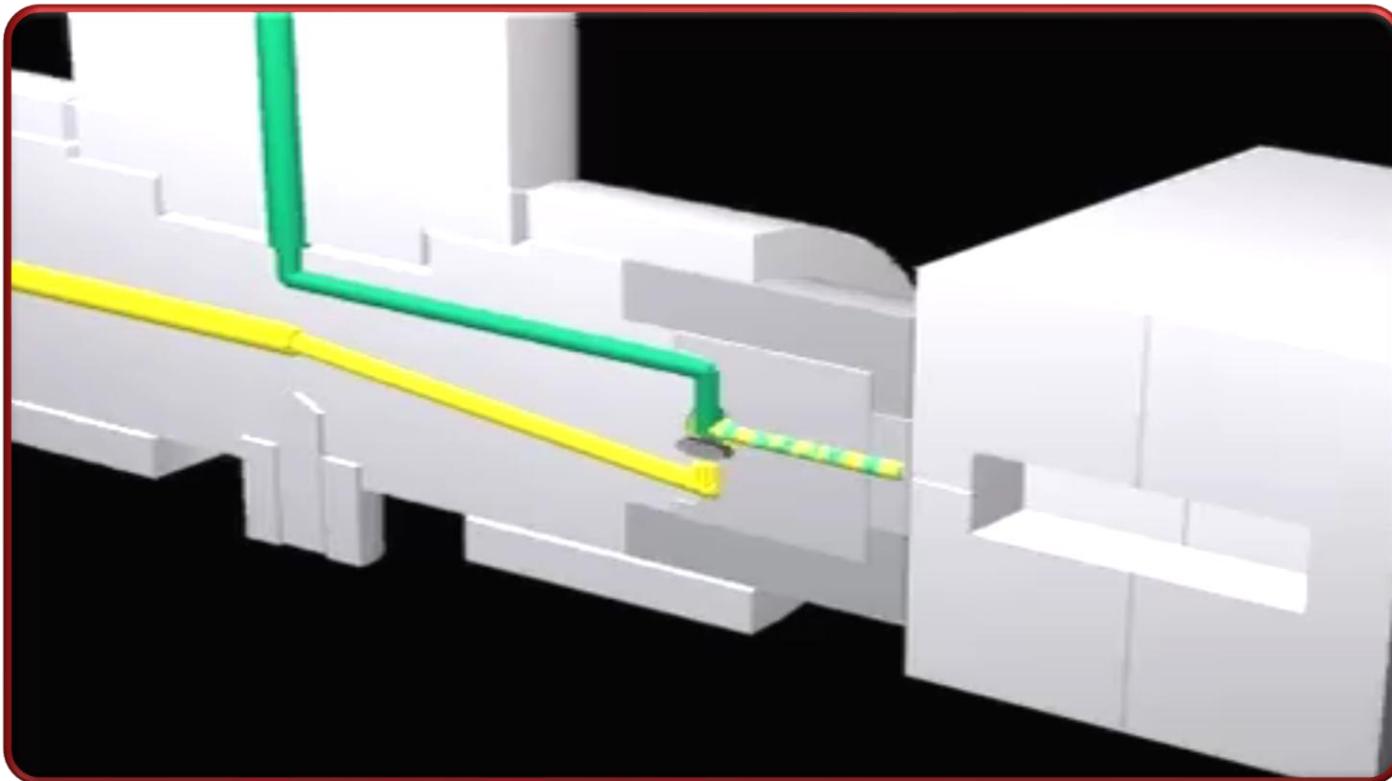
Sandwich / Co-Injection

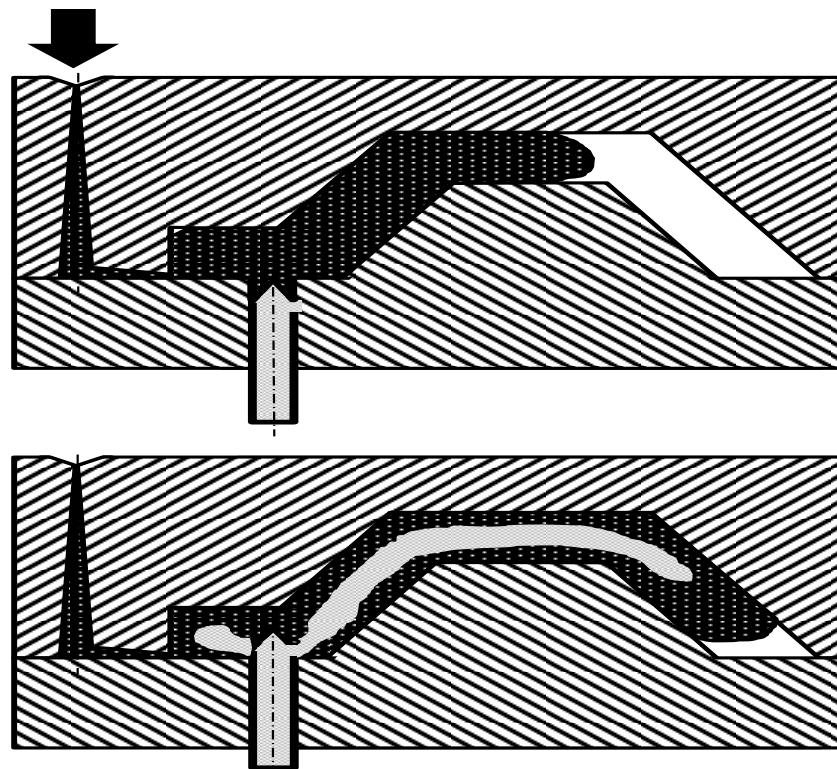


Sandwich / Co-Injection



Sandwich / Marmorisieren







KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHEID



A blurred background image of a car's start/stop button, showing the words "ENGINE START STOP" in a circular pattern.

Thomas Fischer
+49 (0) 23 51.10 64-173
fischer@kimw.de

Kunststoff-Institut Lüdenscheid
Karolinienstraße 8
58507 Lüdenscheid
www.kimw.de

© Kunststoff-Institut Lüdenscheid