

Seminar

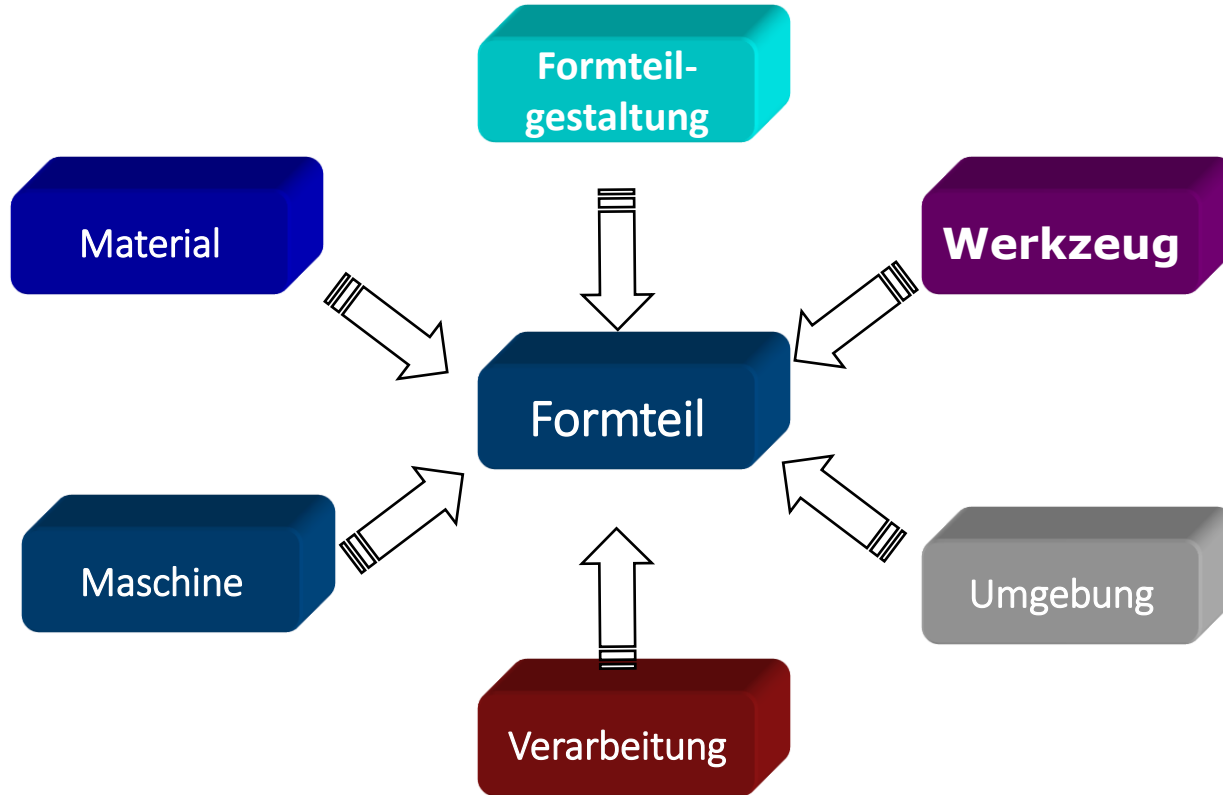
Spritzgießen für Mitarbeiter der Qualitätsstelle

Aufbau einer Spritzgießmaschine



KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHIED



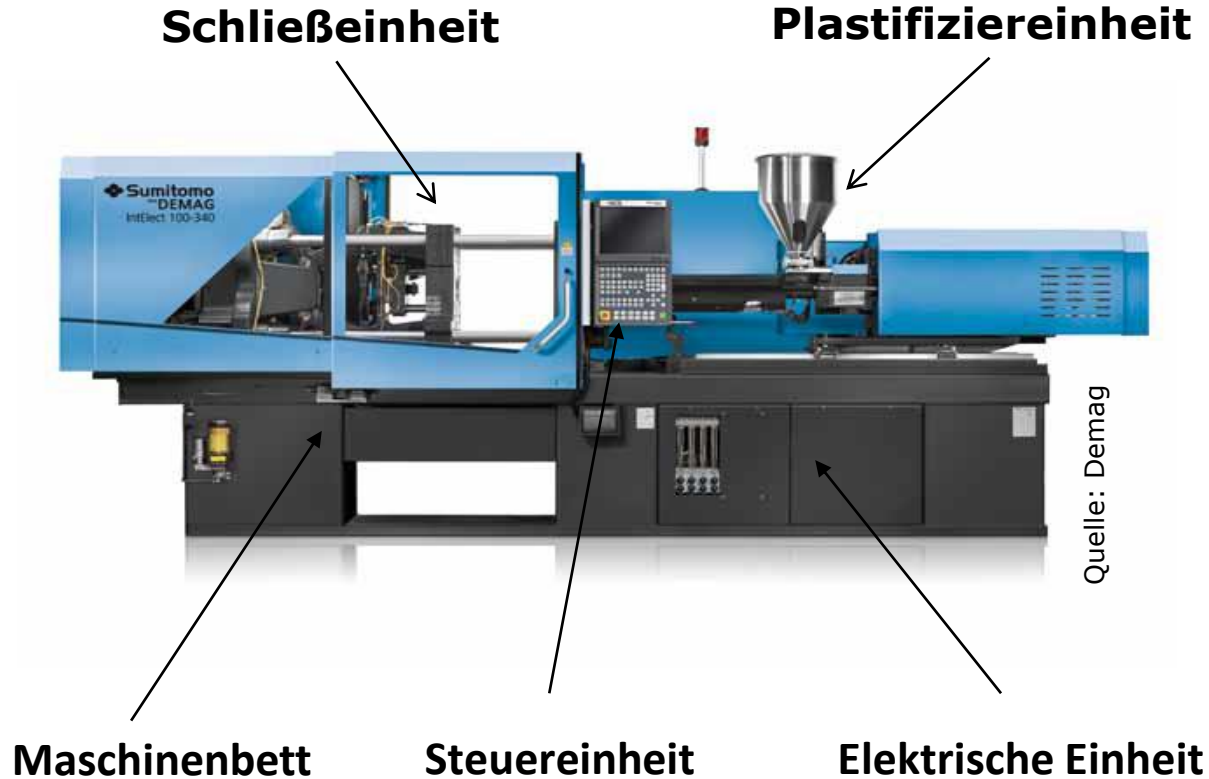


Aufbau einer Spritzgießmaschine



Quelle: Arburg

Aufbau einer Spritzgießmaschine



Schließereinheit

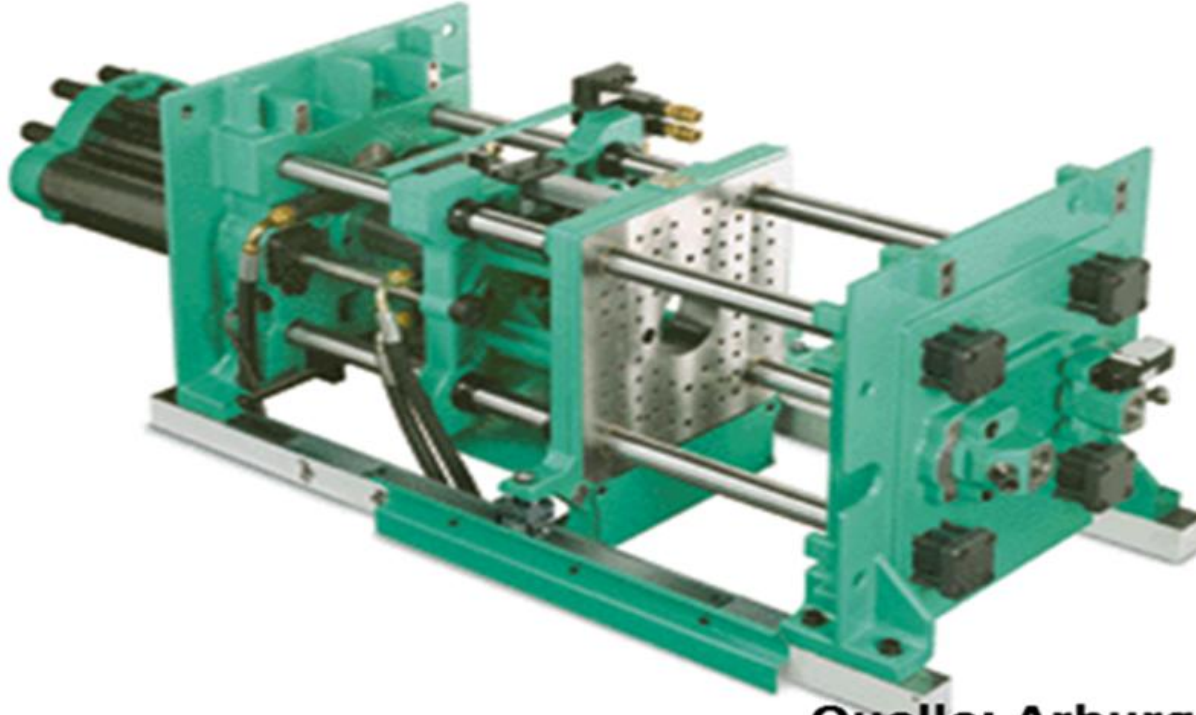
► Aufgaben der Schließereinheit

- Werkzeuge aufnehmen
- Werkzeug schließen
- Werkzeug zuhalten
- Werkzeug öffnen
- Formteil entformen

► Vollhydraulische Schließeinheit

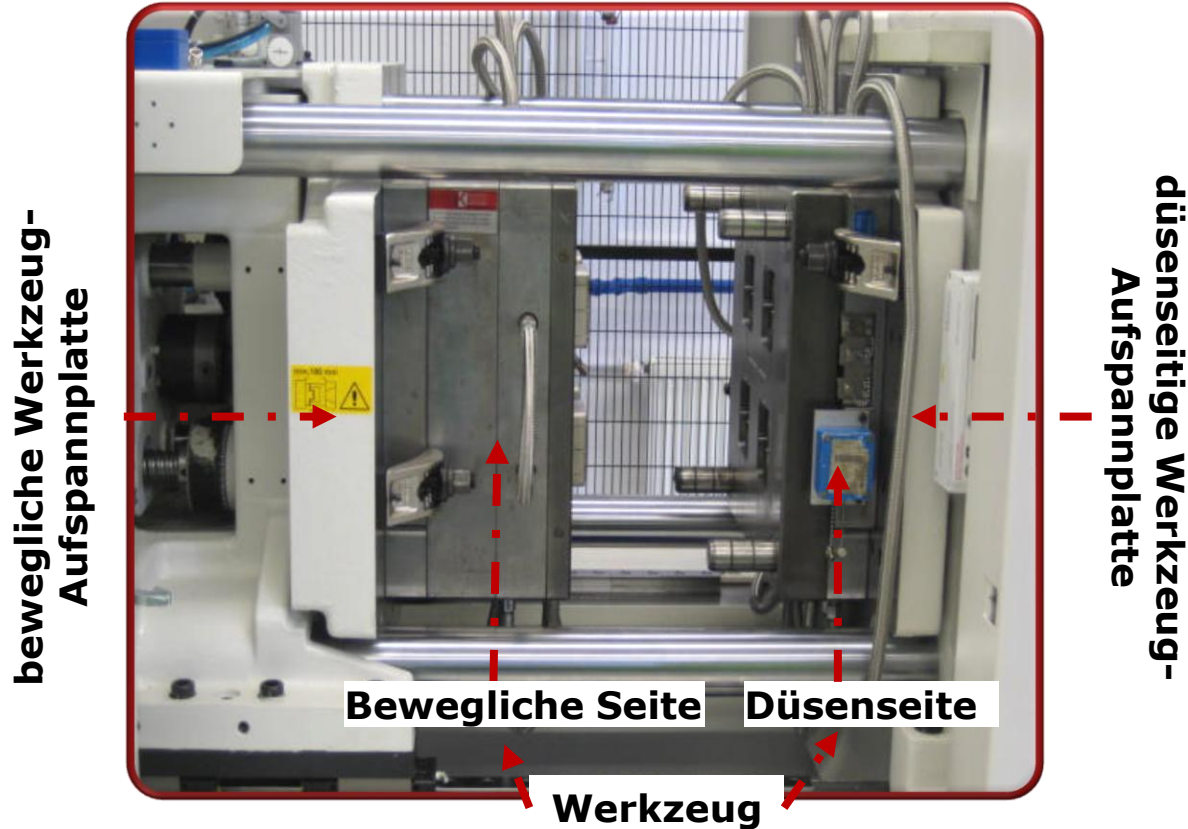
- Schließprinzip: Kraftschluss
 - Zentrische Krafteinleitung (3-Platten)
 - Krafteinleitung in den Ecken (2-Platten)
 - Variabler bzgl. Werkzeugeinbauhöhen und Entformungswegen
 - Einfachere Einstellung der Schließeinheit
 - Höherer Energiebedarf für den Schließvorgang
 - Hydraulische Systeme sind langsamer als mechanische

Hydraulische 3-Platten Schließeinheit mit Holmen



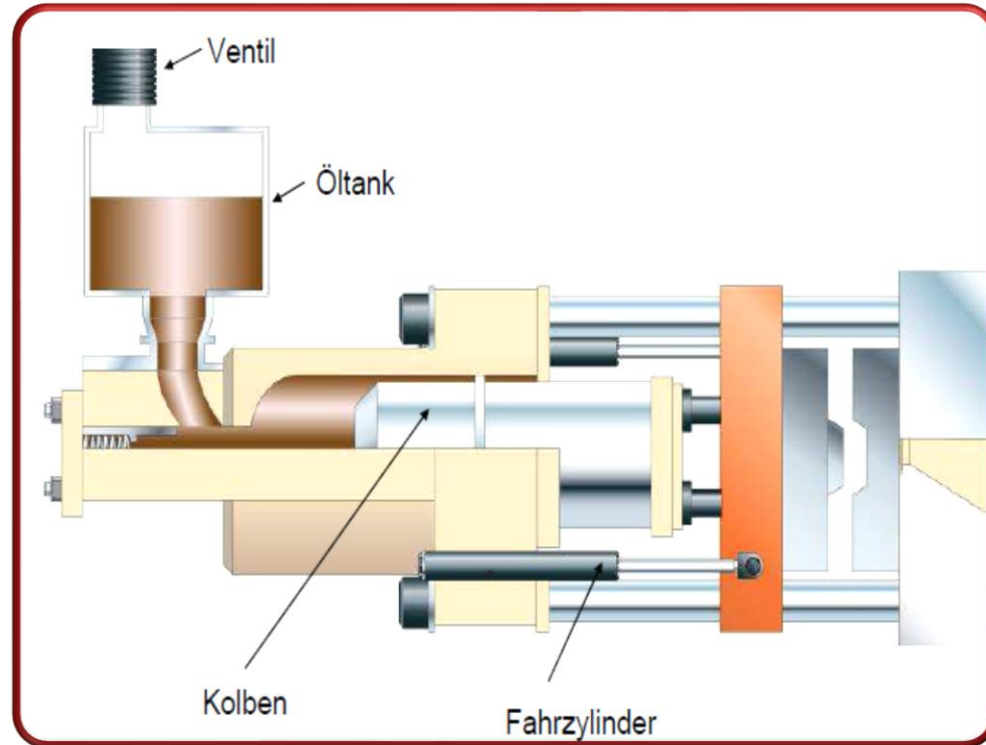
Quelle: Arburg

Hydraulische 3-Platten Schließeinheit mit Holmen

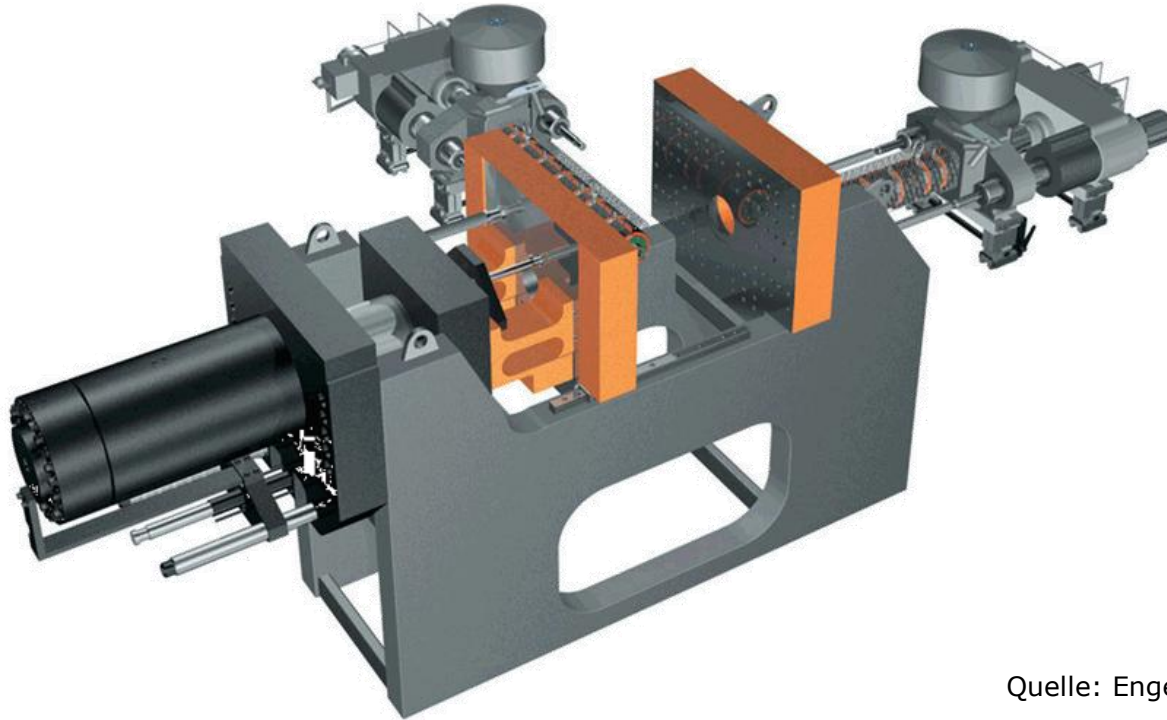


Hydraulische 3-Platten Schließeinheit mit Holmen

► Schließprinzip Kraftschluss



Hydraulische 3-Platten Schließereinheit holmlos

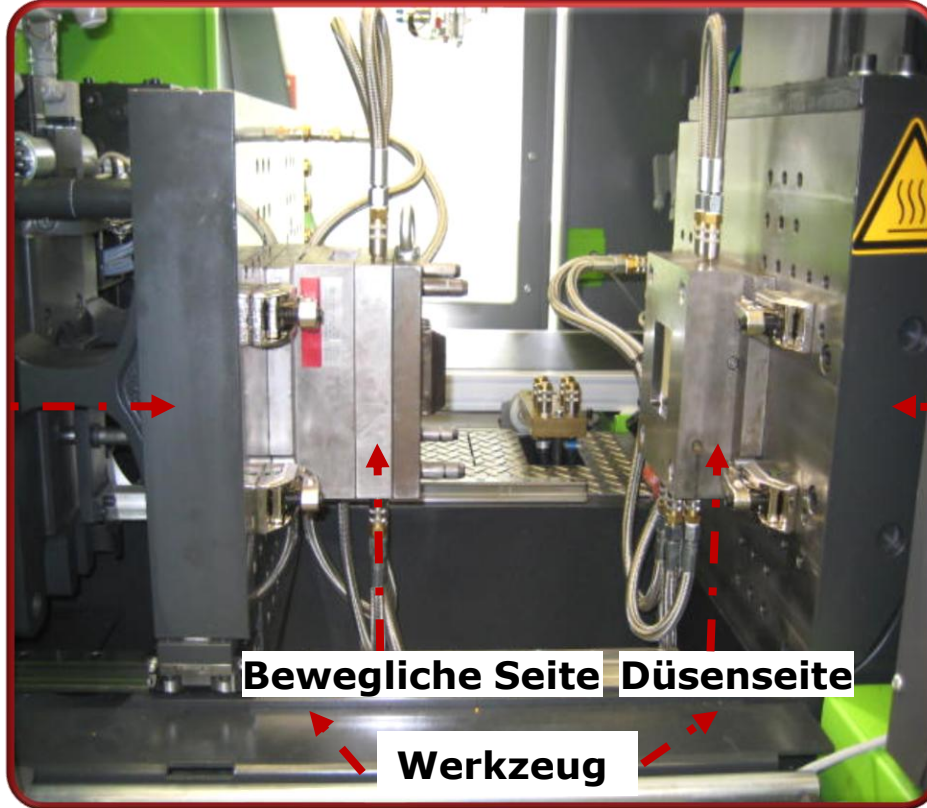


Quelle: Engel

Hydraulische 3-Platten Schließeinheit holmlos

bewegliche Werkzeug-
Aufspannplatte

düsenseitige Werkzeug-
Aufspannplatte

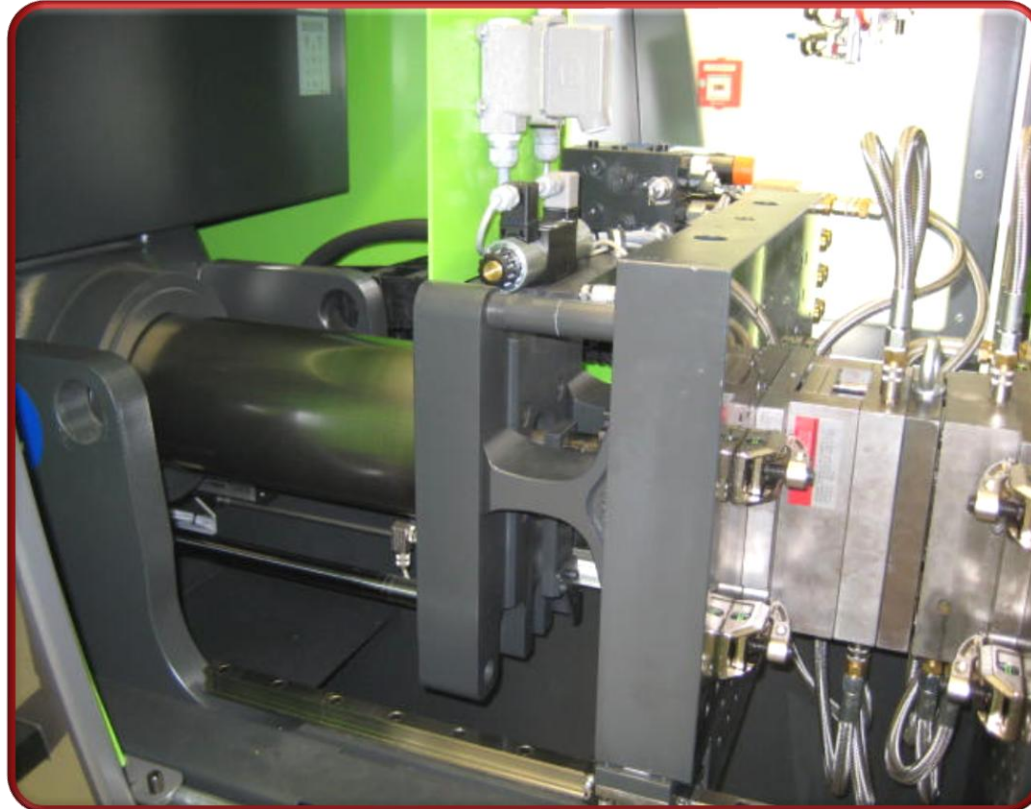


Bewegliche Seite Düsenseite

Werkzeug

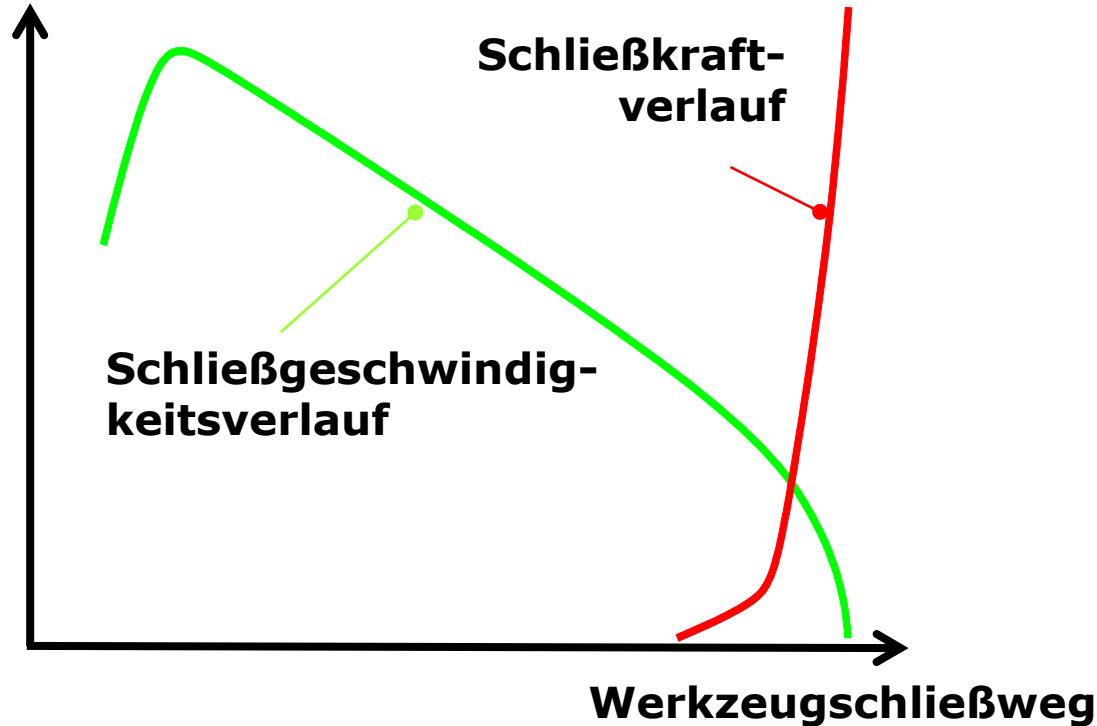
Hydraulische 3-Platten Schließeinheit holmlos

► Aufbau der hydraulischen Einheit



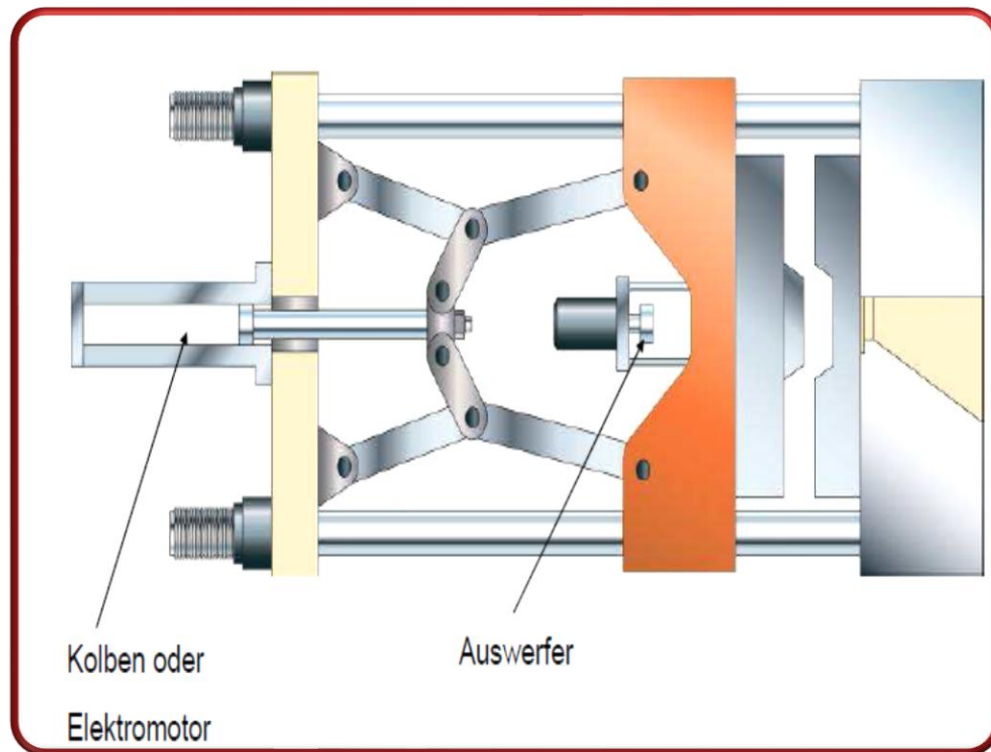
► Schließereinheit mit Kniehebel

- **Schließprinzip mechanischer Formschluss**
 - Volle Schließkraft nur bei Strecklage des Kniehebels
 - Kniehebelkinematik liefert automatisch gewünschtes Geschwindigkeitsprofil
 - Geringere Ölmengen
 - Geringerer Druckbedarf
 - Energiesparend



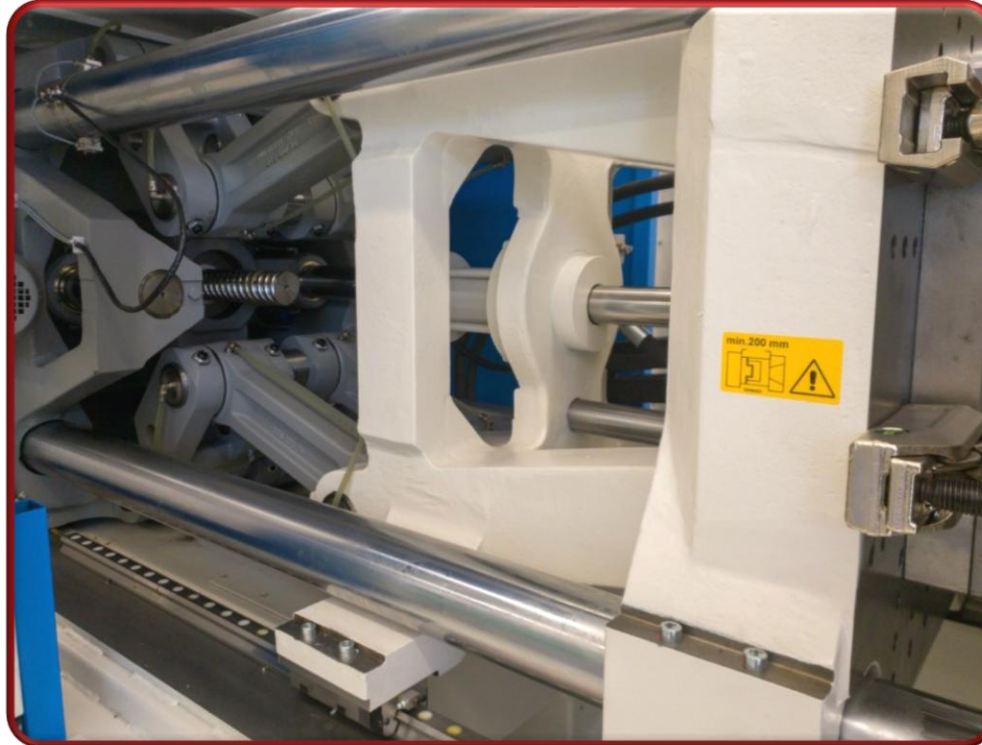
**Bild: Prinzipielle
Darstellung des
Geschwindigkeits- und
Schließkraftverlaufes**

► Schließprinzip Formschluss



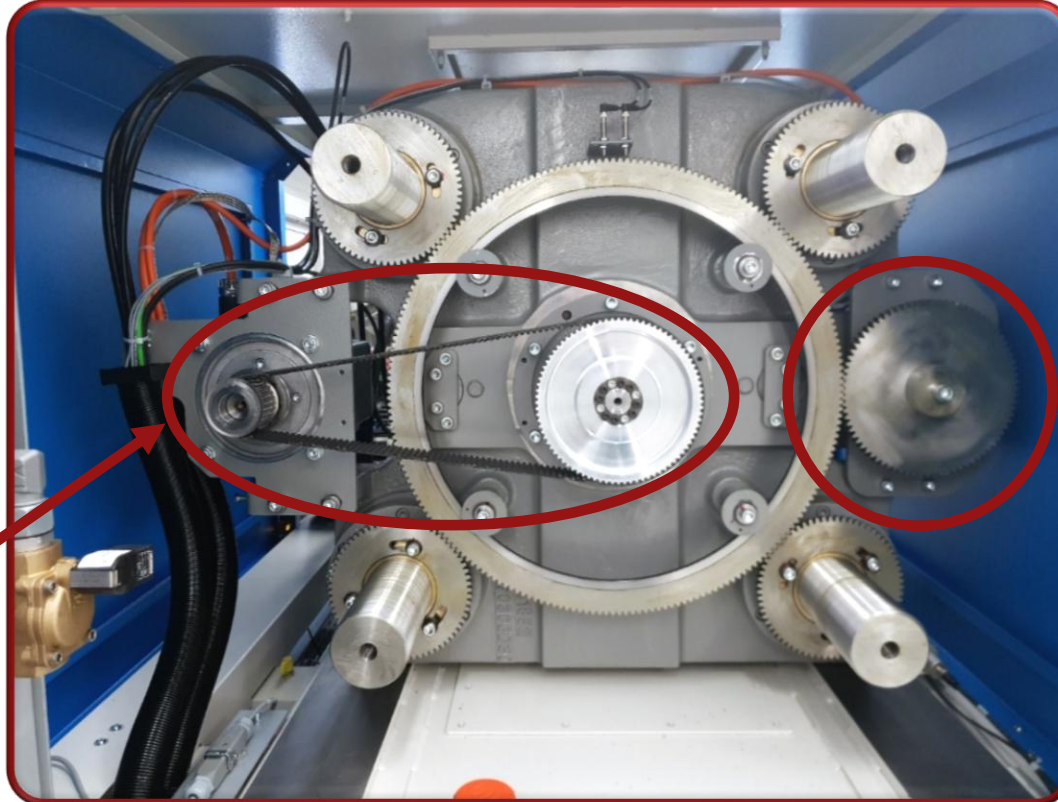
Schließeinheit mit elektrischem Kniehebel

► Elektrischer Kniehebel mit Spindelantrieb



Schließeinheit mit elektrischem Kniehebel

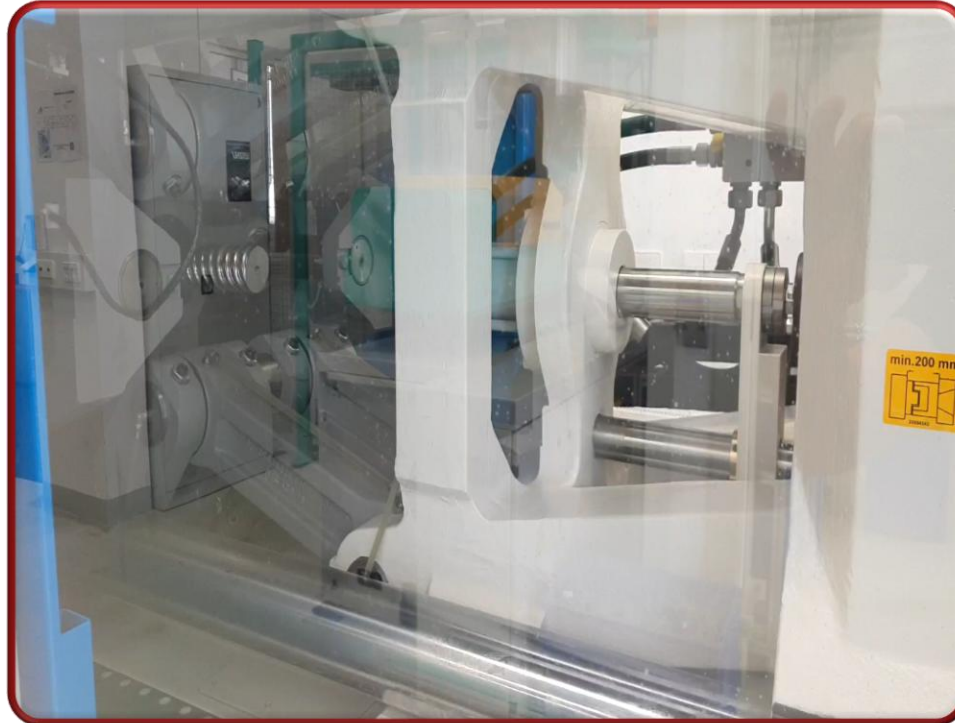
Spindelantrieb
Werkzeug-
bewegung



Antrieb
Formhöhen-
verstellung

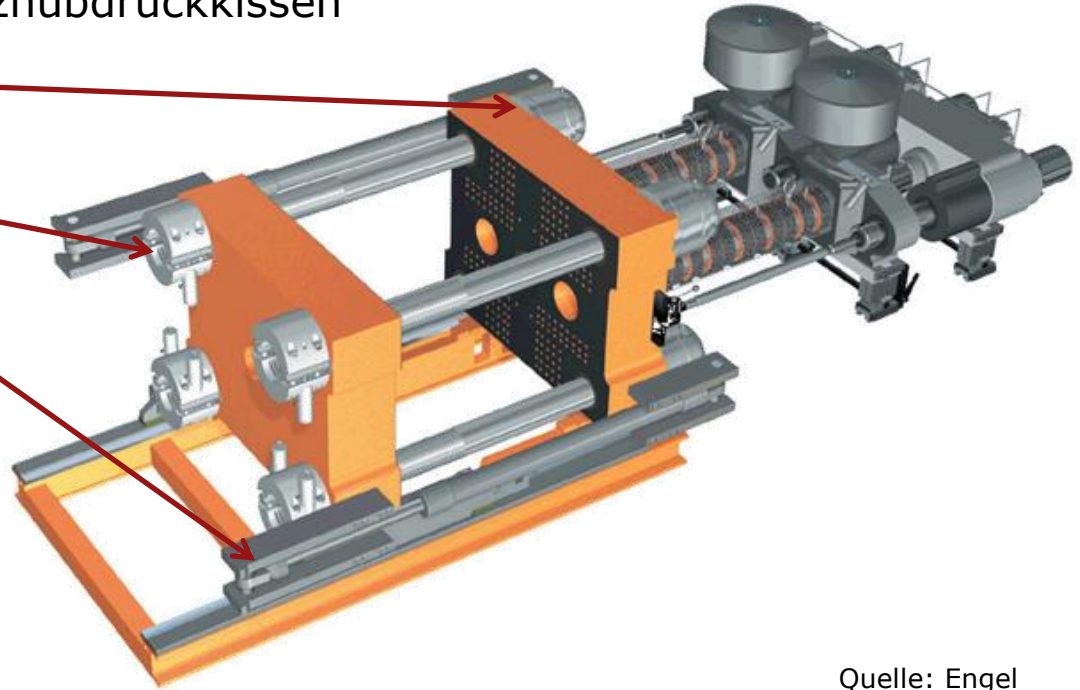
Schließereinheit mit elektrischem Kniehebel

► Video: Bewegungsablauf



Hydraulische 2-Platten-Schließeinheit

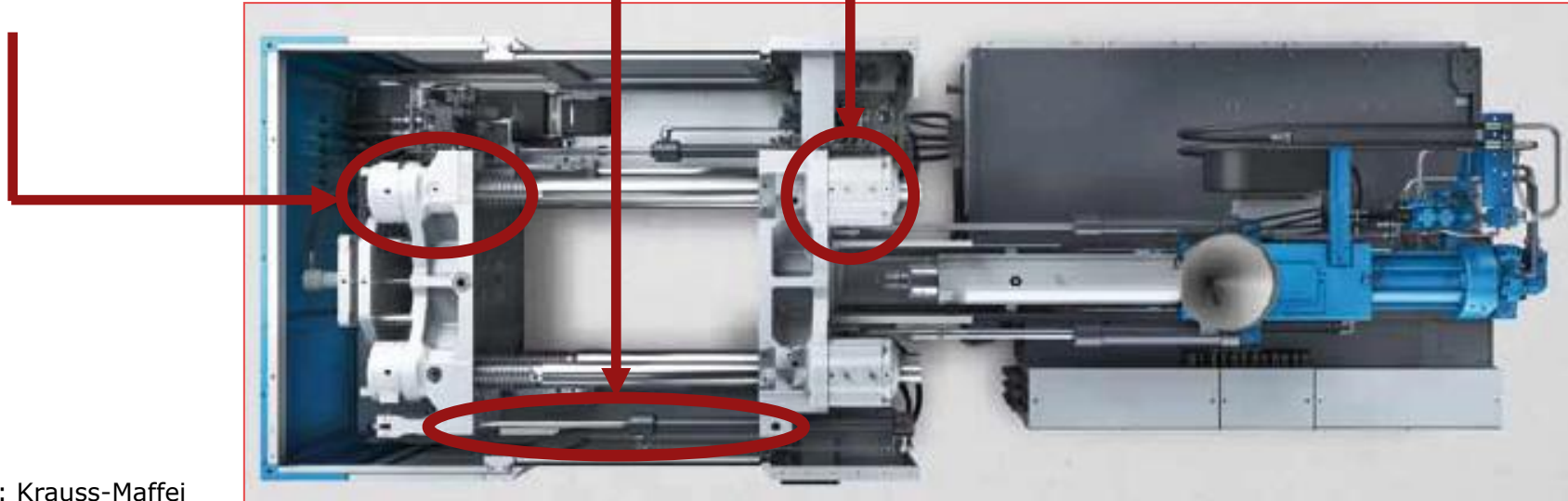
- ▶ „Freiliegende Holme mit Kurzhubdruckkissen“
- ▶ 4x Kurzhubdruckkissen
- ▶ 4x Verriegelung
- ▶ 2x Langhubzylinder



Quelle: Engel

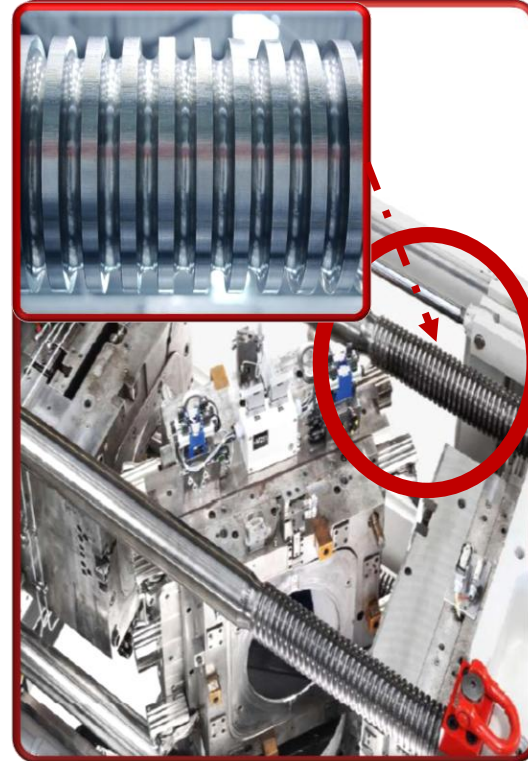
Hydraulische 2-Platten-Schließeinheit

- ▶ „Freiliegende Holme mit Kurzhubdruckkissen“
- ▶ 4x Kurzhubdruckkissen
- ▶ 2x Langhubzylinder
- ▶ 4x Verriegelung



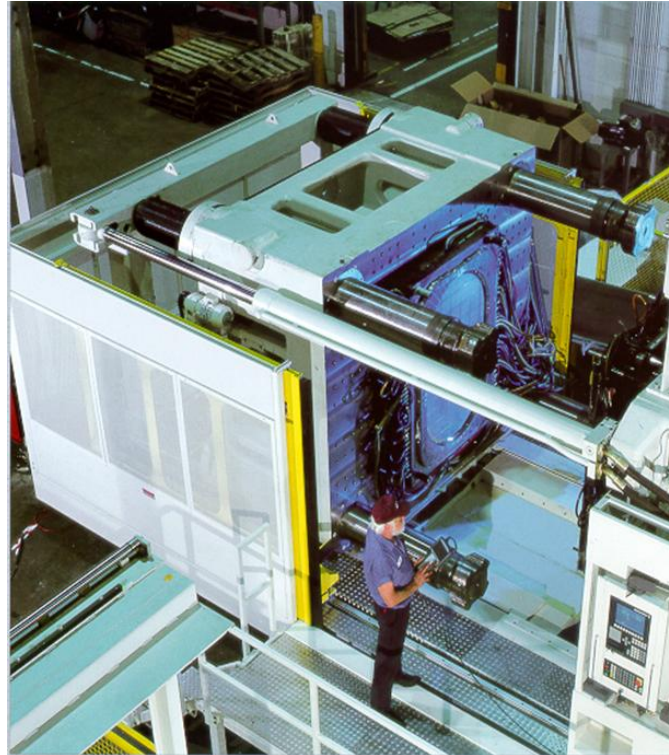
Hydraulische 2-Platten-Schließeinheit

► Schließprinzip hydraulisch-mechanisch



Hydraulische 2-Platten-Schließeinheit

► Schließprinzip hydraulisch-mechanisch

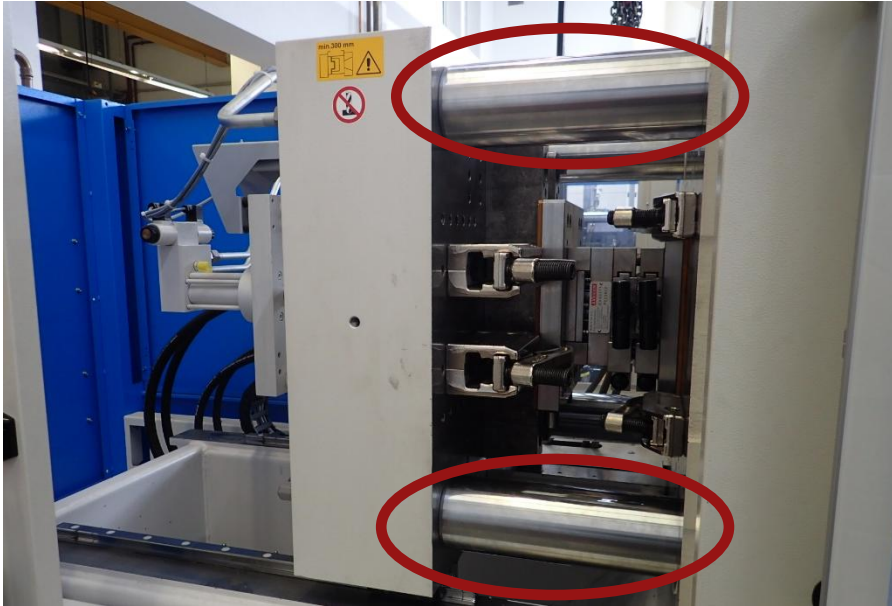


Hydraulische 2-Platten-Schließeinheit

- **Hydraulische 2-Platten Schließeinheit mit fahrenden/beweglichen Holmen**



Bewegliche/fahrende Holme



Hydraulische Schließzylinder über dem Plastifizierzylinder



Schließereinheit / Type		
Schließkraft		kN
Öffnungsweg		mm
Werkzeugeinbauhöhe (Min-Max)		mm
Plattenabstand max.		mm
Aufspannplatten H x V		mm x mm
Lichter Holmabstand H x V		mm x mm
Werkzeuggewicht max		kg
Auswerferweg		mm
Ausfallschachtbreite		mm

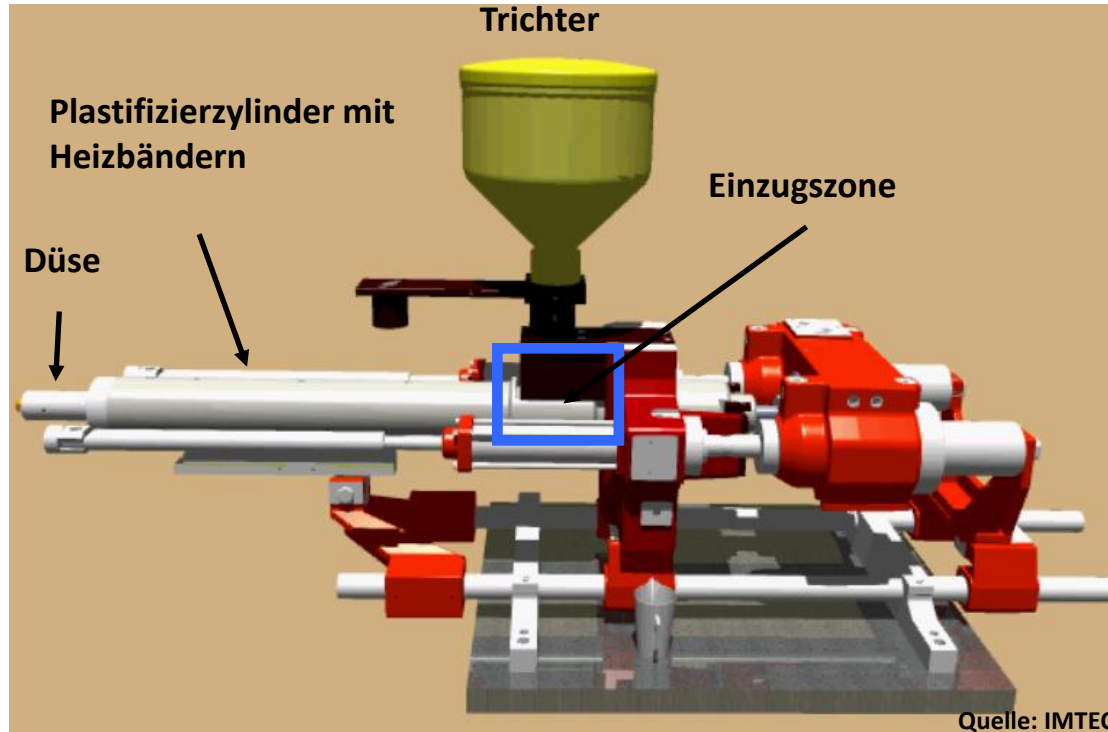
Schließereinheit	Kniehebel (3-Platten)	Hydraulisch (3-Platten)	Hydraulisch (2-Platten)	Holmlose (3-Platten mit C-Rahmen)
Schließkraft- aufbau	Mechanisch	Hydraulisch Zentral	Hydraulisch An den Holmen	Hydraulisch Zentral
Plattendurch- biegung	hoch	niedrig	moderat	moderat
Schließkraft- bereich in KN	250-6500	125-55000	63-55000	280-5000
Vorteile	Schnell, sparsam in Energie	Präzise, steif	Kompakt	Holmlos
Beachte	Wartung, Schmieren der Kniehebel	Energie verbrauch	Werkzeug- Gewicht	Boden- Belastung

Plastifiziereinheit

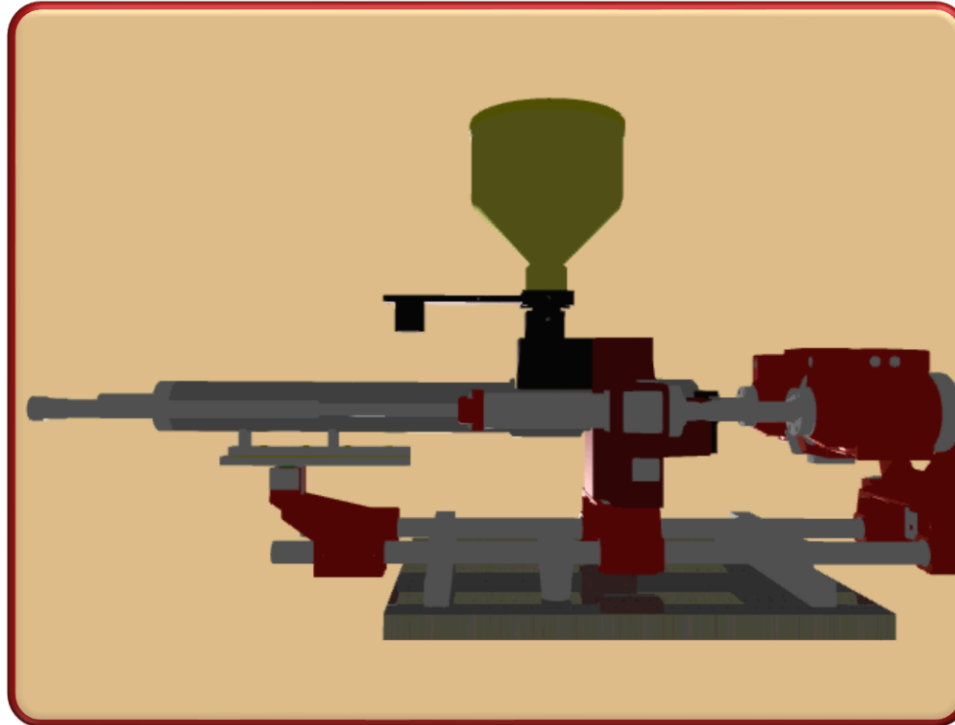


Quelle: Arburg

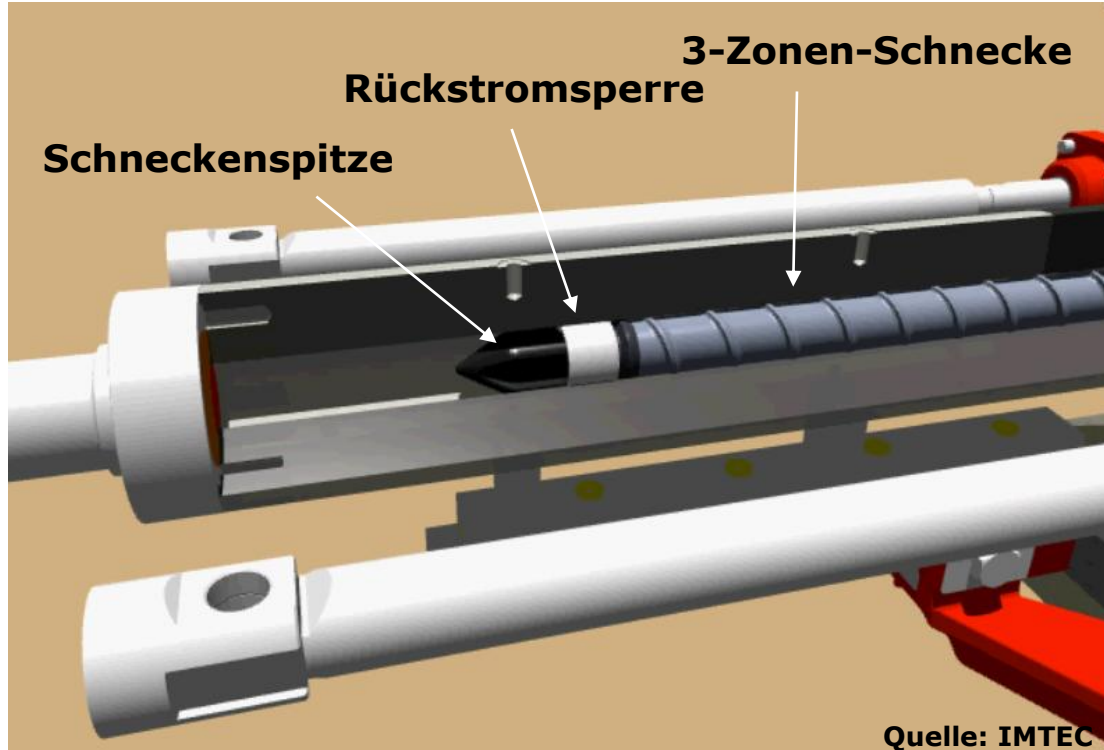
► Außenansicht einer Plastifiziereinheit



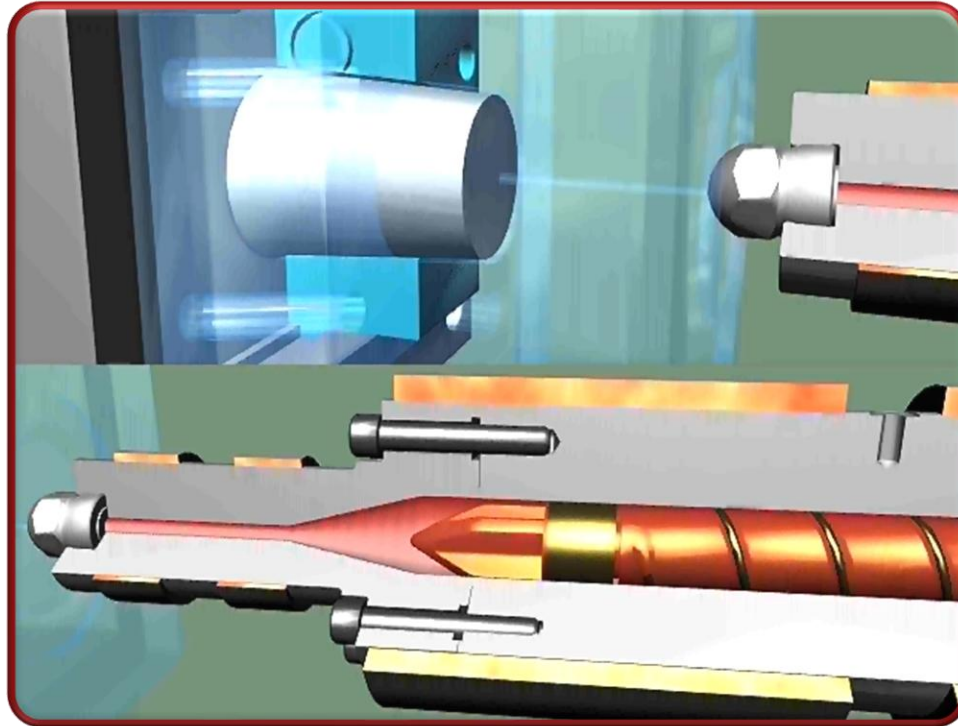
► Animation der Schneckenbewegung



► Innenansicht einer Plastifiziereinheit



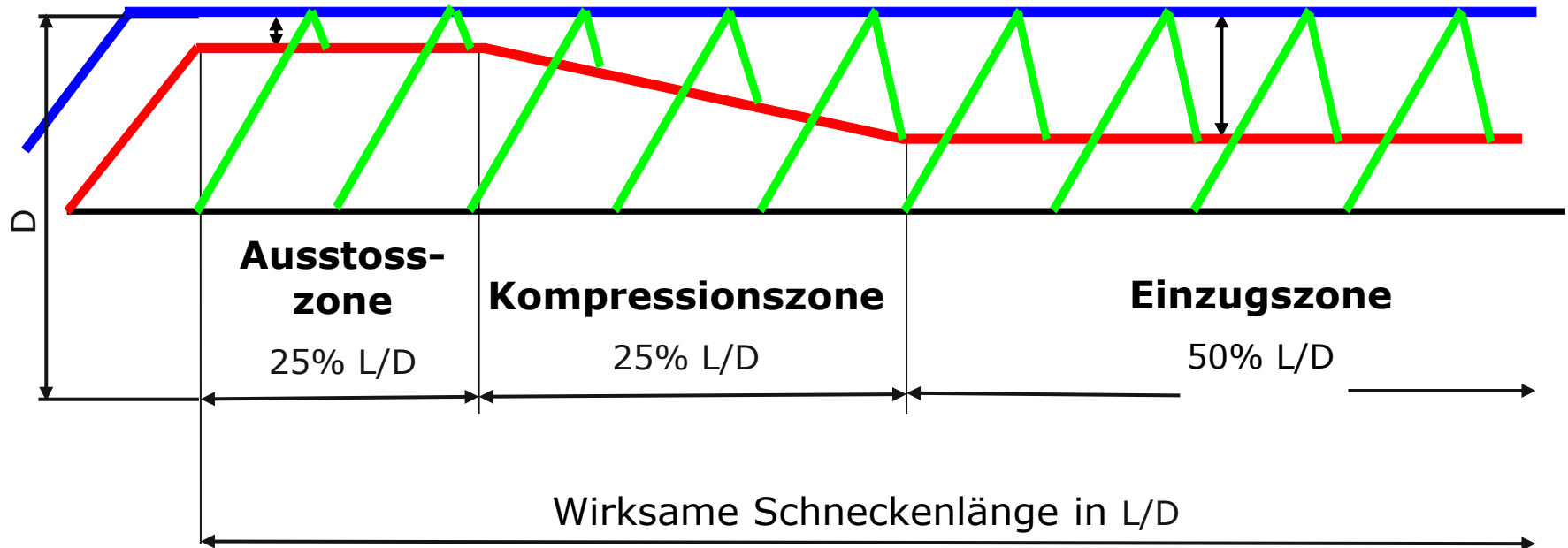
► Animation Füllvorgang



► Aufgaben einer Plastifiziereinheit

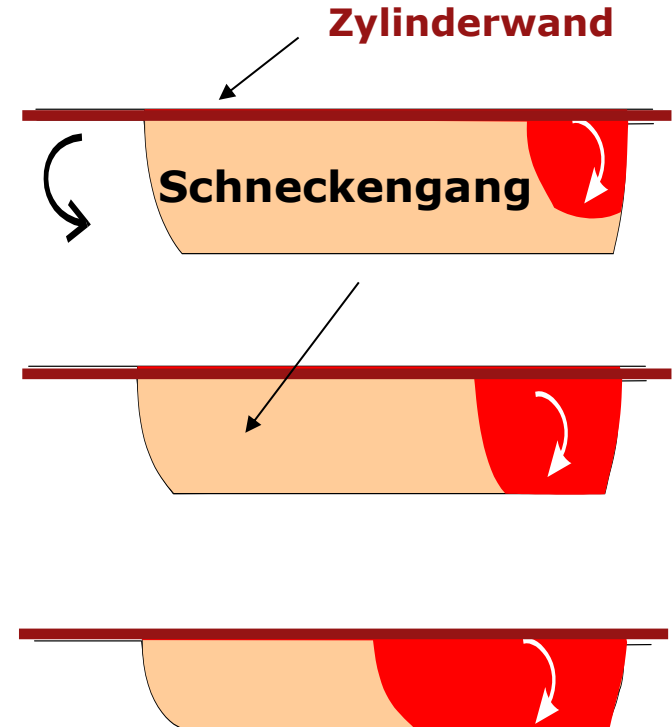
- Formmasse plastifizieren
- Formmasse einspritzen
- schonendes Aufschmelzen
- Reproduzierbarkeit
- gute Schmelzehomogenität
- hohe Plastifizierleistung
- geringer Verschleiß
- universell einsetzbar

► 3-Zonen Schnecke

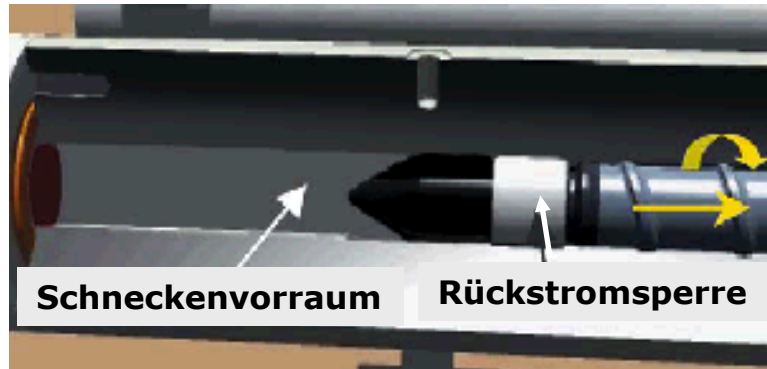


Während der Plastifizierung läuft der Aufschmelzvorgang folgendermaßen ab:

- Der Einzugsbereich wird temperiert
- Durch Reibung an der Zylinderwand beginnt der Aufschmelzvorgang
- Die Reibungswärme wird durch die Drehung der Schnecke erzeugt
- Die Zylinderheizung dient zum Anfahren und zum Ausgleich von thermischen Verlusten

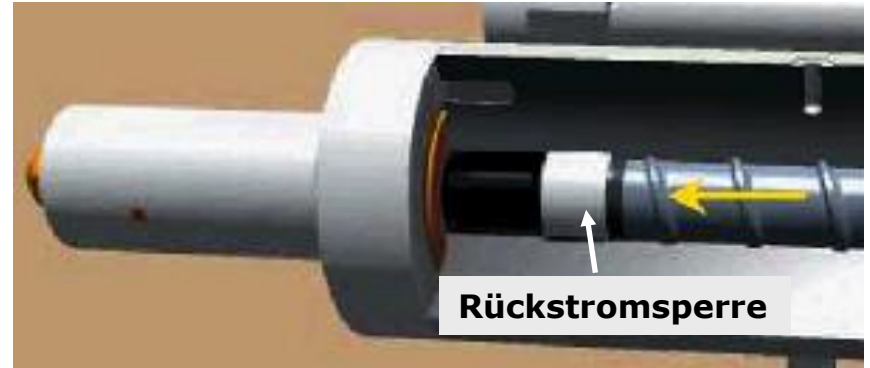


An der Schneckenspitze befindet sich die Rückstromsperre, um beim Einspritzen einen Materialrückfluss in die Schnecke zu vermeiden.



Quelle:
IMTEC

**Bild: Rückstromsperre in
Dosierstellung**



Quelle:
IMTEC

Bild: Rückstromsperre in Spritzstellung

Die Rückstromsperre verhindert, dass die Schmelze beim Einspritzen der Formmasse in die Schneckengänge zurückfließt

- Dieses Verschließen verstärkt dementsprechend die Kolbenwirkung der Schnecke

Eine Rückstromsperre ist üblicherweise aus 3 Bauelementen aufgebaut: Druckring, Sperring und der Schneckenspitze

Spezial Rückstromsperren für
Mischaufgaben sind verfügbar



Foto: Plasma Ingenieur u. Verkaufsbüro
Neddermann u. Grundorf GmbH & Co. KG

► Animation Verschleiß der Rückstromsperre



Um eine homogene Schmelzeaufbereitung zu gewährleisten und eine Materialschädigung zu vermeiden sind folgende Punkte zu beachten:

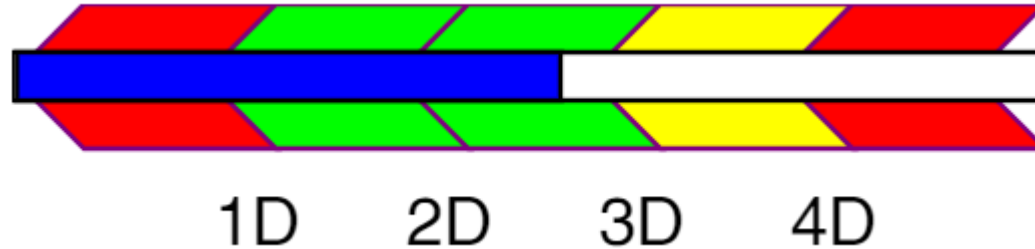
► Dosierweg

- Der Dosierweg sollte zwischen $1-3 \times D$ betragen.
- In Ausnahmefällen sind Dosierwege von $0,5 \times D$ bis $4 \times D$ möglich.
- Dosierwege $< 0,5 \times D$ oder $> 4 \times D$ sind nicht zu empfehlen.

► Verweilzeit des Materials im Plastifizierzylinder

- Die Verweilzeit des Materials sollte zwischen 3 – 5 Minuten betragen.
- Verweilzeiten von 2 – 8 Minuten sind je nach Material möglich.
- Verweilzeiten < 2 Minuten und > 10 Minuten sind nur nach Rücksprache mit dem Materialhersteller und ggf. dem Maschinenhersteller zu empfehlen.

$$\text{Schneckenauslastung } [D] = \frac{4 * \text{Dosiervolumen } [\text{cm}^3]}{(\text{Schnecken-}\emptyset)^3 [\text{cm}^3] * \pi}$$

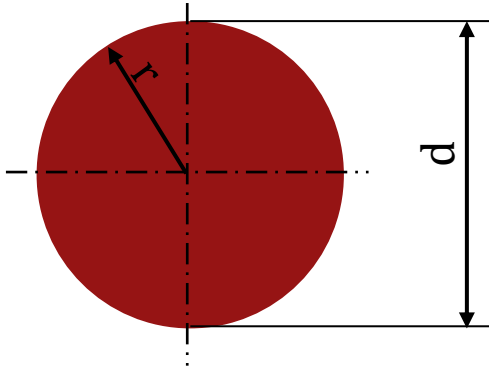


Kreisfläche

$$A = d^2 * \frac{\pi}{4} \quad \text{oder} \quad A = r^2 * \pi$$

Kreisumfang

$$U = d * \pi \quad \text{oder} \quad A = 2r * \pi$$

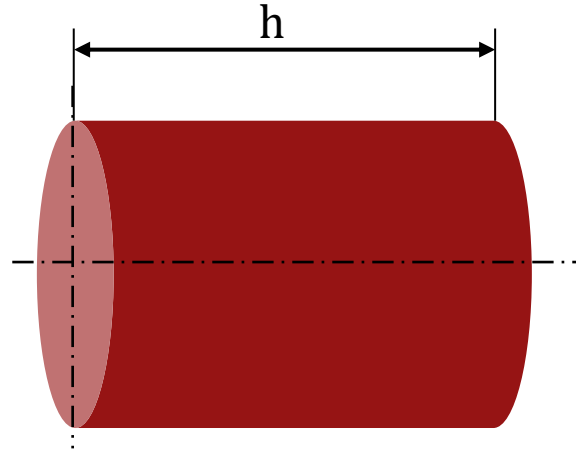


Zylindervolumen

$$V = d^2 * \frac{\pi}{4} * h \quad \text{oder} \quad V = r^2 * \pi * h$$

Zylinderhöhe

$$h [cm] = \frac{4 * V [cm^3]}{d^2 [cm^2] * \pi}$$



Der Dosierweg sollte das 1-3-fache des Schnecken-Ø in mm betragen.
In Ausnahmefällen sind Dosierwege von 0,5 X D bis 4 X D möglich.
Dosierwege < 0,5 X D oder > 4 X D sind nicht zu empfehlen.

Schneckendurchmesser D	mm	15	18	20	22	25	30	35	40	45	50
Volumen bei Dosierweg 1 X D	cm ³	2,7	4,6	6,3	8,4	12,3	21,2	33,7	50,3	71,6	98,2
Volumen bei Dosierweg 3 X D	cm ³	8,0	13,7	18,8	25,1	36,8	63,6	101,0	150,8	214,7	294,5
Volumen bei Dosierweg 0,5 X D	cm ³	1,3	2,3	3,1	4,2	6,1	10,6	16,8	25,1	35,8	49,1
Volumen bei Dosierweg 4 X D	cm ³	10,6	18,3	25,1	33,5	49,1	84,8	134,7	201,1	286,3	392,7

Berechnung der Verweilzeit im Zylinder

$$\text{Verweilzeit [s]} = \frac{0,8 * \text{Gangvolumen [cm}^3\text{]} * \text{Zykluszeit[s]}}{\text{Einspritzvolumen [cm}^3\text{]}}$$

Schnecken- durchmesser	Spritzeinheit / Gangvolumen (cm³)								
	60	75/100	150	250	350	675	1300	2100	3200
15 mm	18	17	20						
18 mm	45								
20 mm		60							
22 mm	60								
25 mm	70	85	110	70	90				
30 mm		105	145	185	210				
35 mm		155	175	225	270	225			
40 mm				265	320				
45 mm				305	375	495			
50 mm					430	570			
55 mm						640	930		
60 mm						710	1040	1330	
70 mm							1250	1600	2000
80 mm								1880	2350
90 mm									2700

Quelle: Arburg

Modularen Aufbau Schließeinheit/Spritzeinheit

KOMBINATIONSMÖGLICHKEITEN

Schließeinheit	Spritzeinheit									
t	60	130	210	350	525	750	1000	1330	2250	3400
25	•	•	•							
35	•	•	•							
50	•	•	•	•						
60	•	•	•	•						
80	•	•	•	•	•					
90	•	•	•	•	•					
110		•	•	•	•	•				
120		•	•	•	•	•				
XL 120		•	•	•	•	•				
160					•	•	•	•		
180					•	•	•	•		
XL 180					•	•	•	•		
210						•	•	•		
240						•	•	•		
XL 240						•	•	•		
300						•	•	•	•	•
350						•	•	•	•	•
400						•	•	•	•	•

Quelle: Wittmann Battenfeld

Maschinendatenblatt SmartPower 50/60

Schließereinheit		SmartPower 50	SmartPower 60
Schließkraft	kN	500	600
Lichter Holmabstand	mm x mm	370 x 320	
Min. Werkzeugeinbauhöhe	mm	200	
Öffnungsweg/Öffnungskraft	mm/kN	400/34	
Max. Plattenabstand	mm	600	
Auswerferhub/Auswerferkraft	mm/kN	150/26,4	
Trockenlaufzeit ¹⁾	s – mm	1,75 – 224	

Spritzereinheit		60			130					210		350		
Schneckendurchmesser	mm	14	18	22	18	22	25	30	25	30	35	30	35	40
Schneckenweg	mm	70	90	90	90	110	125	125	125	150	150	150	175	175
Schnecken L/D Verhältnis		20			20	20	22	22		22		22		
Rechnerisches Hubvolumen	cm ³	10,8	22,9	34,2	22,9	41,8	61,4	88,4	61,4	106	144	106	169	220
Spezifischer Spritzdruck	bar	3000	2593	1736	3000	2864	2218	1540	2940	2042	1500	2835	2083	1595
Max. Schneckendrehzahl	min ⁻¹	623			398					310		298		
Max. Plastifizierstrom (PS) ²⁾	g/s	1,9	6,2	9,0	4,0	5,8	10,5	15,4	8,2	12,0	18,6	11,6	17,9	28,5
Schneckenrehmoment	Nm	65	120	231	120	238	340	357	340	490	490	600	621	621
Düsenweg/Düsenkraft	mm/kN	250/47			250/47					250/86		250/86		
Einspritzstrom ins Freie	cm ³ /s	40,8	67,5	101	40,9	61,1	78,9	114	59,5	85,7	117	74,1	101	132
Einspritzstrom ins Freie mit Doppelpumpe (Option)	cm ³ /s	65	108	161	65	98	126	182	95	137	187	111	151	198
Einspritzstrom ins Freie mit Speicher (Option)	cm ³ /s	65	108	161	78	116	150	216	155	223	303	161	218	285
Zylinderheizleistung	kW	2,9	5,5	6,3	5,5	6,3	9,0	10,4	9,0	10,4	10,4	10,4	10,4	12,9
Anzahl Heizzonen		4			4					4		4		
Energieeffizienzklasse ³⁾		5+	5+	5+	5+	5+	5+	6+	5+	6+	7+	5+	6+	7+

Quelle: Wittmann Battenfeld

Maschinendatenblatt SmartPower 50/60

Schließereinheit		SmartPower 50	SmartPower 60
------------------	--	---------------	---------------

Spritzereinheit		60	130	210	350
-----------------	--	----	-----	-----	-----

Antrieb					
Pumpenantriebsleistung	kW	11	11	11	15
Öltankinhalt	l	200	200	200	200
Elektr. Anschlussleistung ohne/mit Europaket	kVA	20/49	24/53	27/56	34/63
Emission-Schalldruckpegel ⁴⁾	dB(A)	64	64	64	64

Gewicht, Abmessungen					
Nettogewicht (ohne Öl)	kg	3000	3000	3100	3100
Länge x Breite x Höhe ⁵⁾	m	3,4 x 1,3 x 1,9	3,4 x 1,3 x 1,9	3,5 x 1,3 x 1,9	3,7 x 1,3 x 1,9
Max. Werkzeuggewicht ⁶⁾	kg	700			
Min. Werkzeugabmessungen	mm x mm	226 x 226			

1) theoretisch nach EUROMAP 6 2) nach WITTMANN BATTENFELD Norm

3) berechnet nach EUROMAP 60.1 (Cycle I) 4) nach ÖNORM EN 201:2010 Anhang K

5) Länge mit mittlerem Schneekendurchmesser in hinterster Betriebsposition 6) Max. 2/3 auf Schließplatte

Quelle: Wittmann Battenfeld



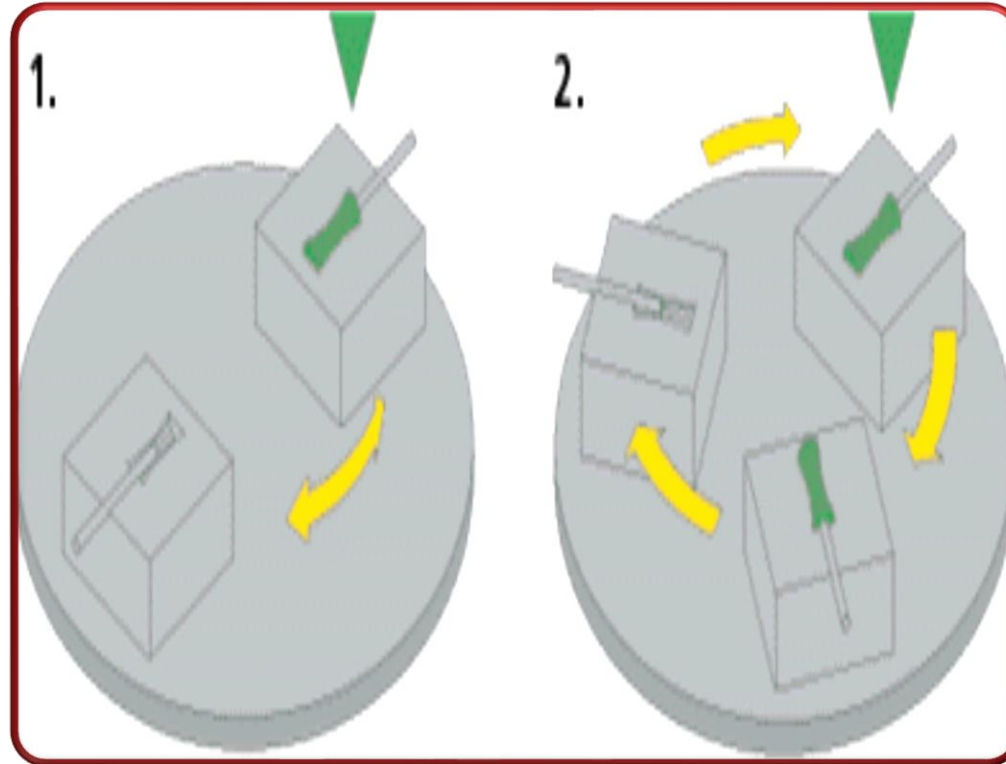
Sonderverfahren

► Vertikale Anordnung



Quelle: Arburg

► Drehtischverfahren



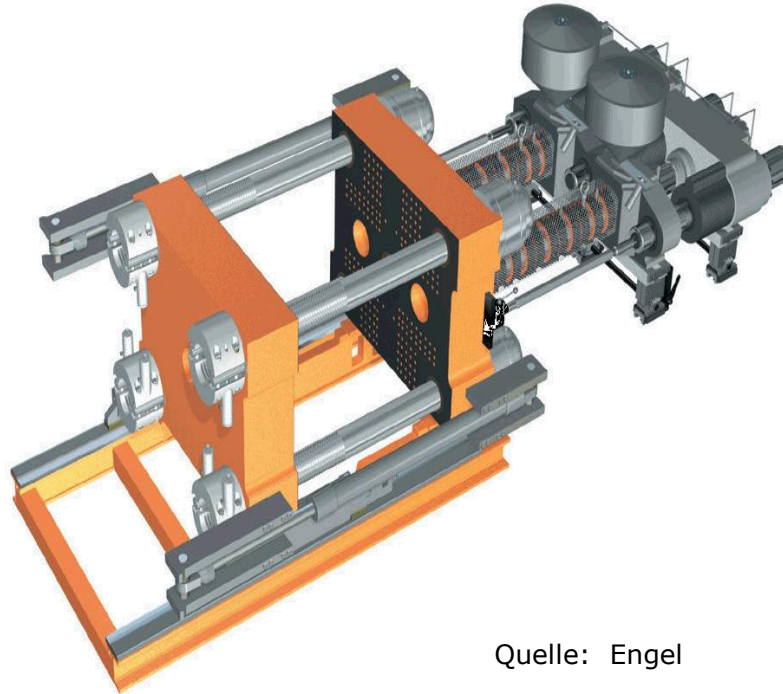
Quelle: Arburg

► Animation Allrounder



Quelle: Arburg

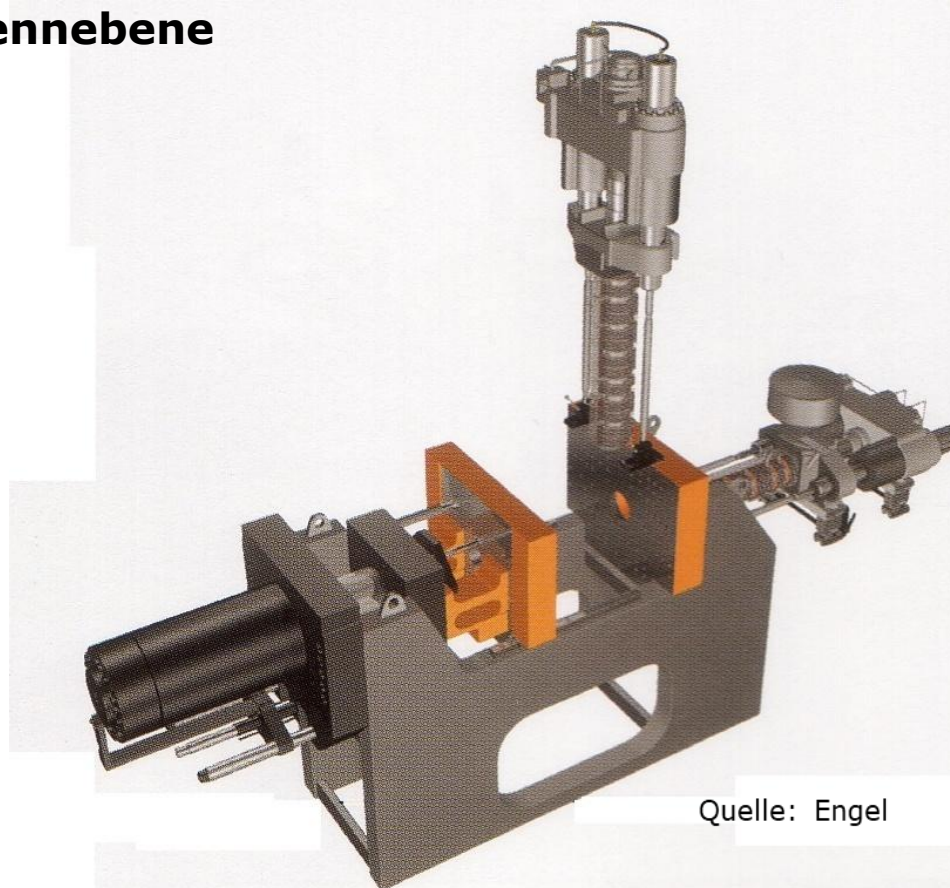
► Parallel- oder Duo-Anordnung



Quelle: Engel

Anordnung der Plastifiziereinheit

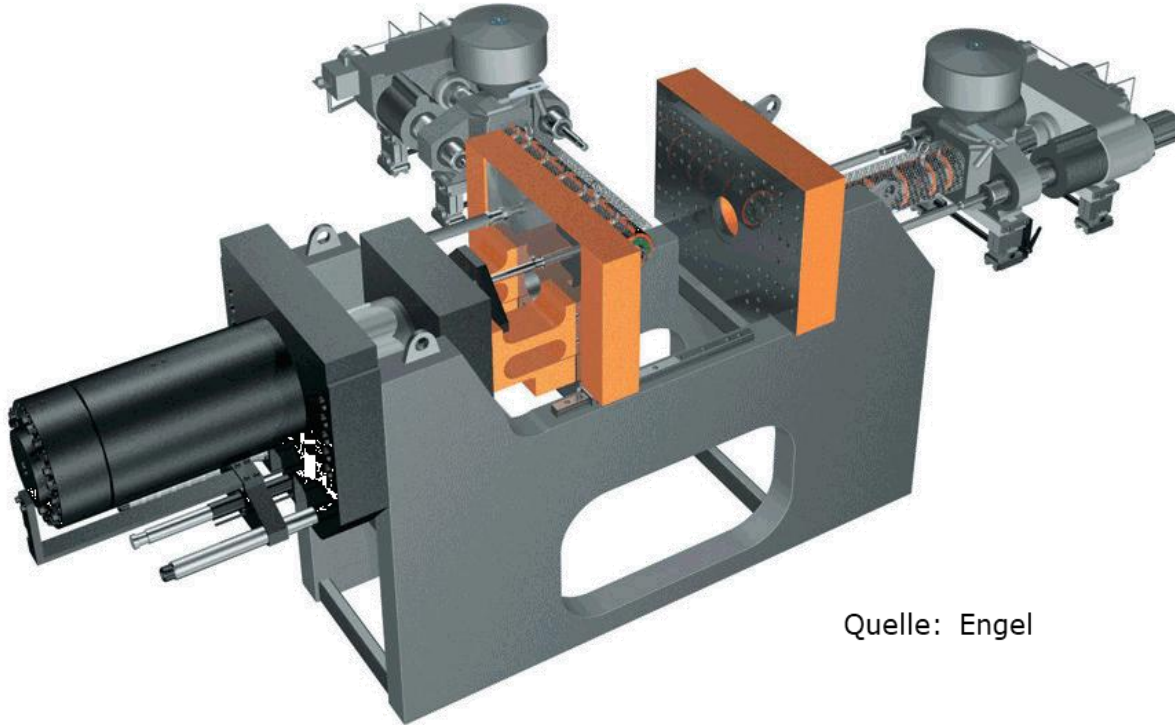
► Vertikal in die Trennebene



Quelle: Engel

Anordnung der Plastifiziereinheit

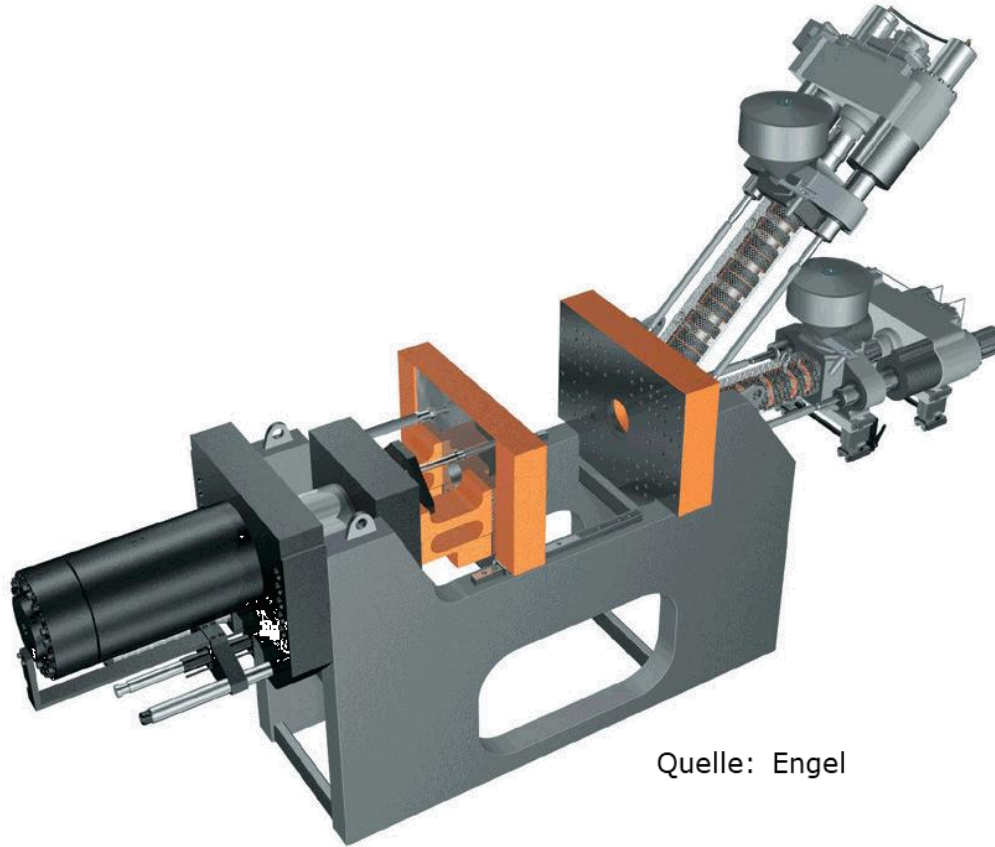
► Horizontal in die Trennebene (L-Form)



Quelle: Engel

Anordnung der Plastifiziereinheit

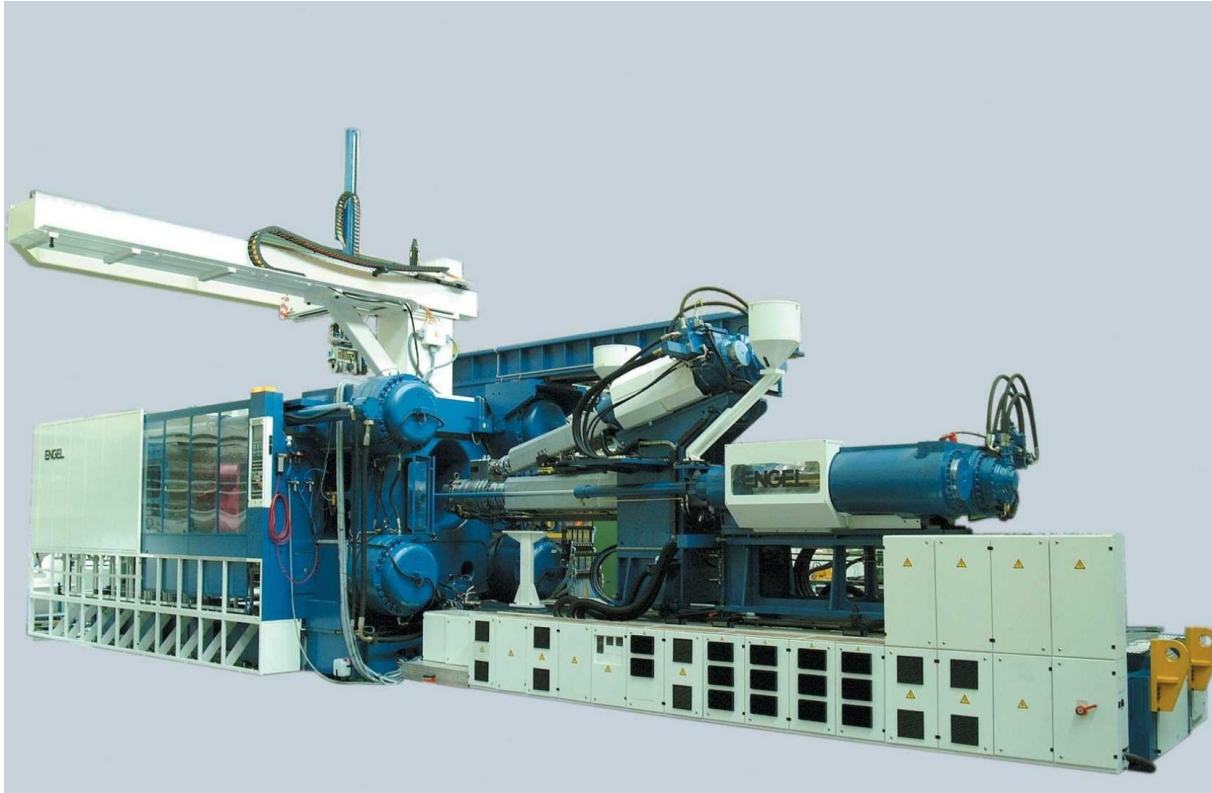
► Huckepack



Quelle: Engel

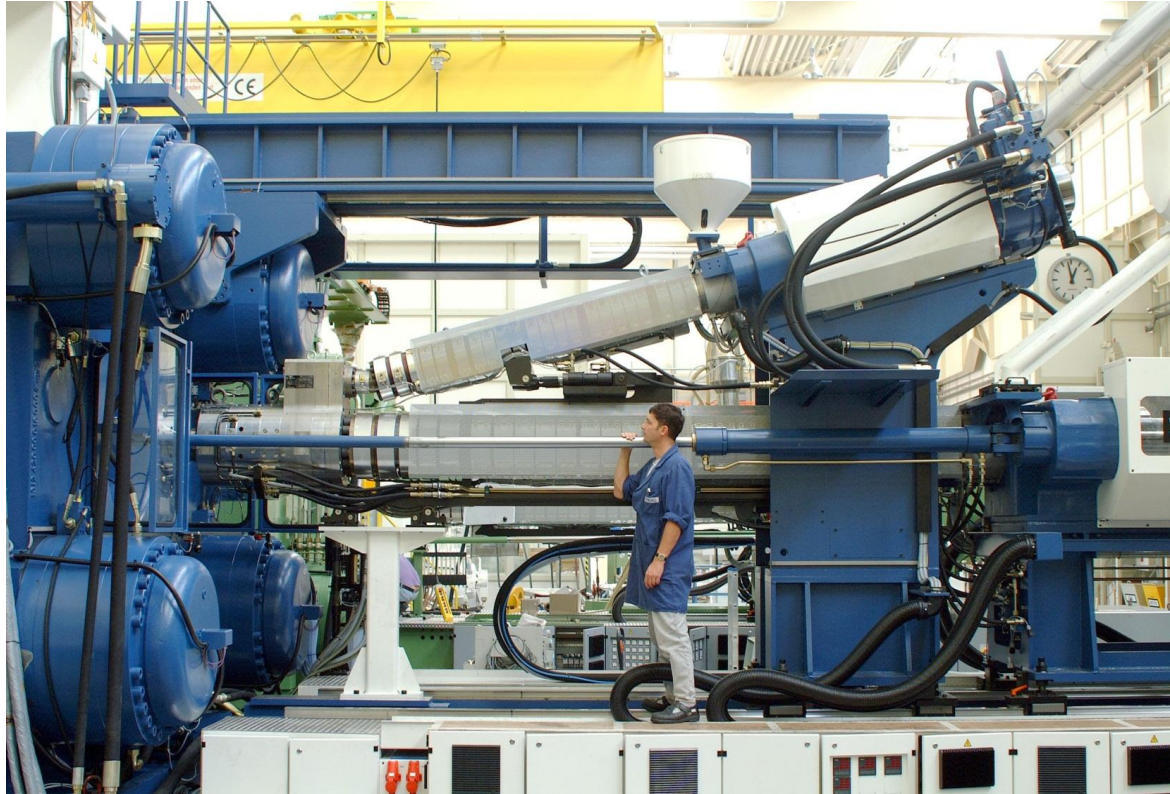
Anordnung der Plastifiziereinheit

► Huckepack (40.000 KN)

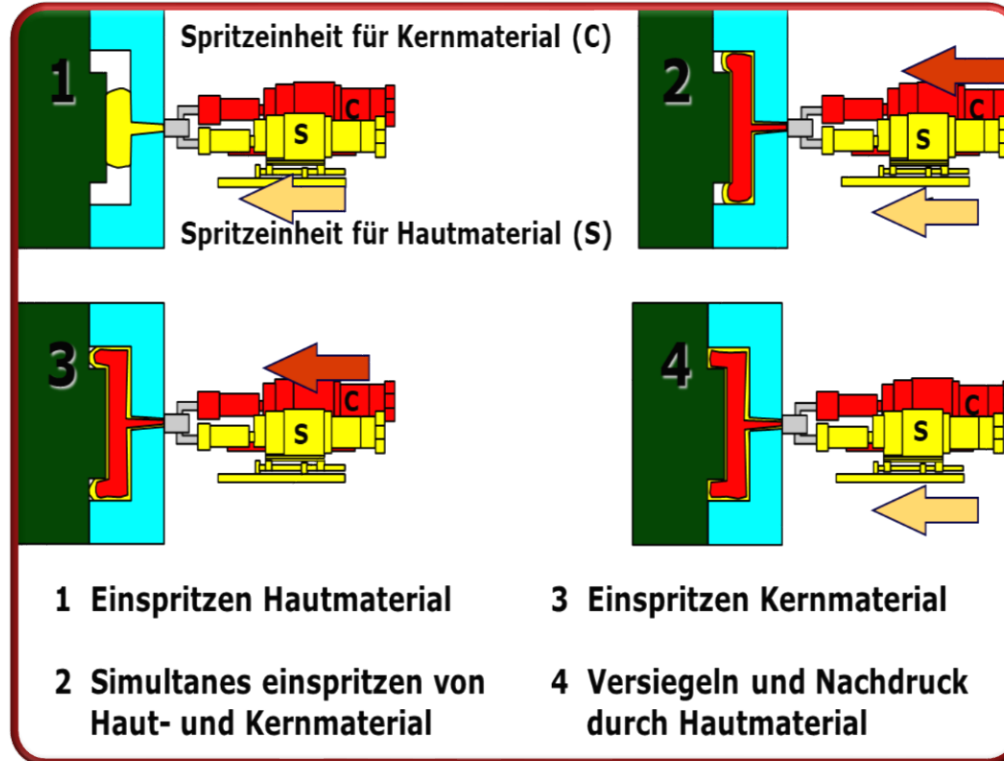


Anordnung der Plastifiziereinheit

► Huckepack (40.000 KN)

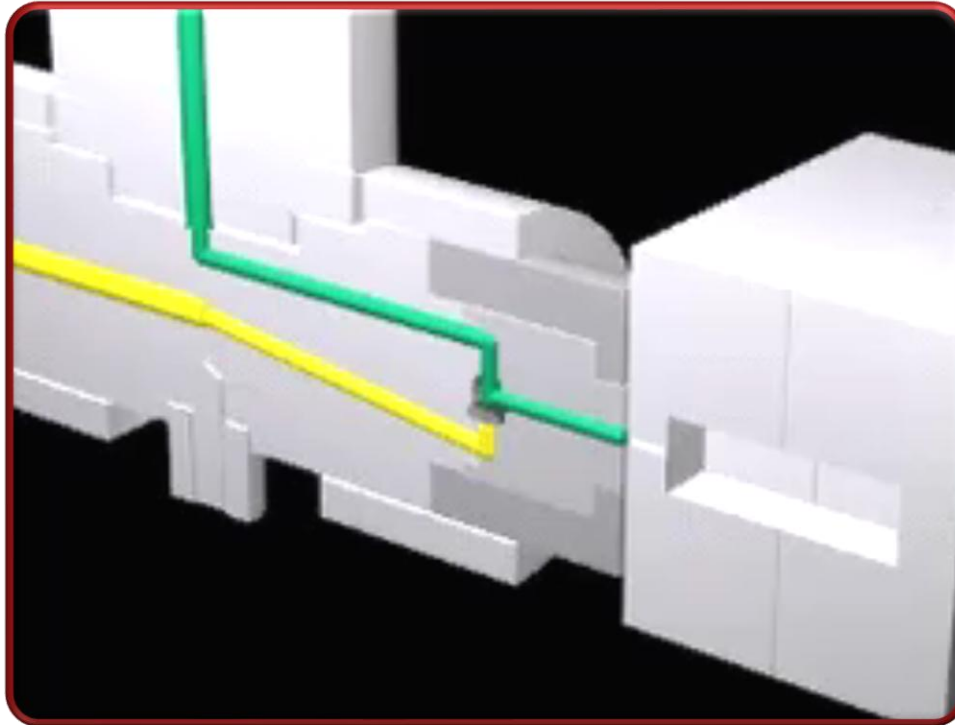


► Sandwich- bzw. Coinjection-Verfahren

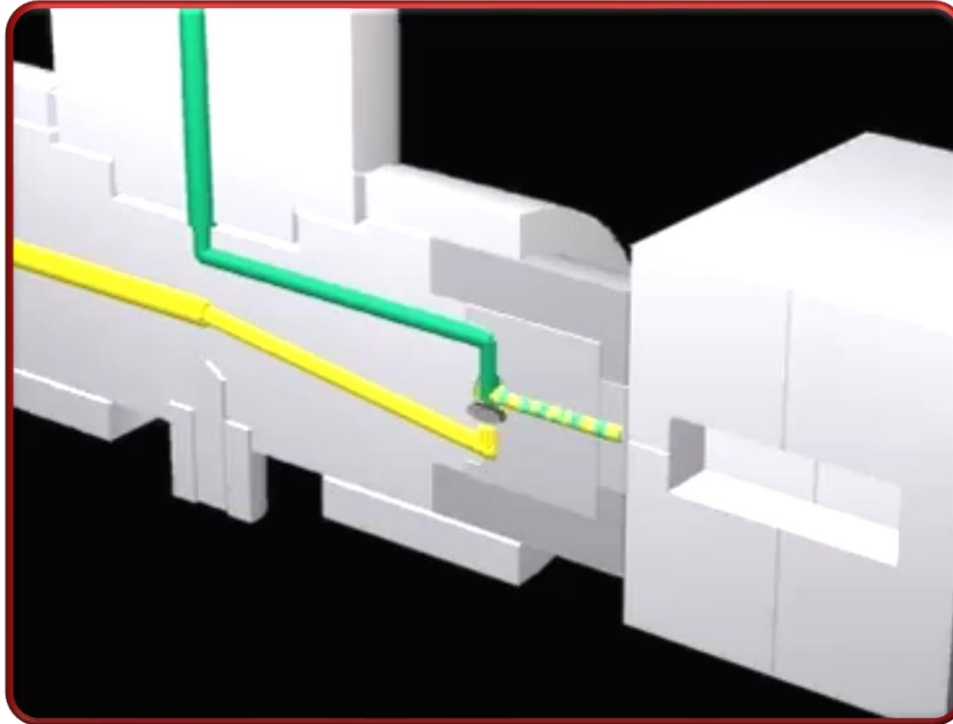


Quelle: Engel

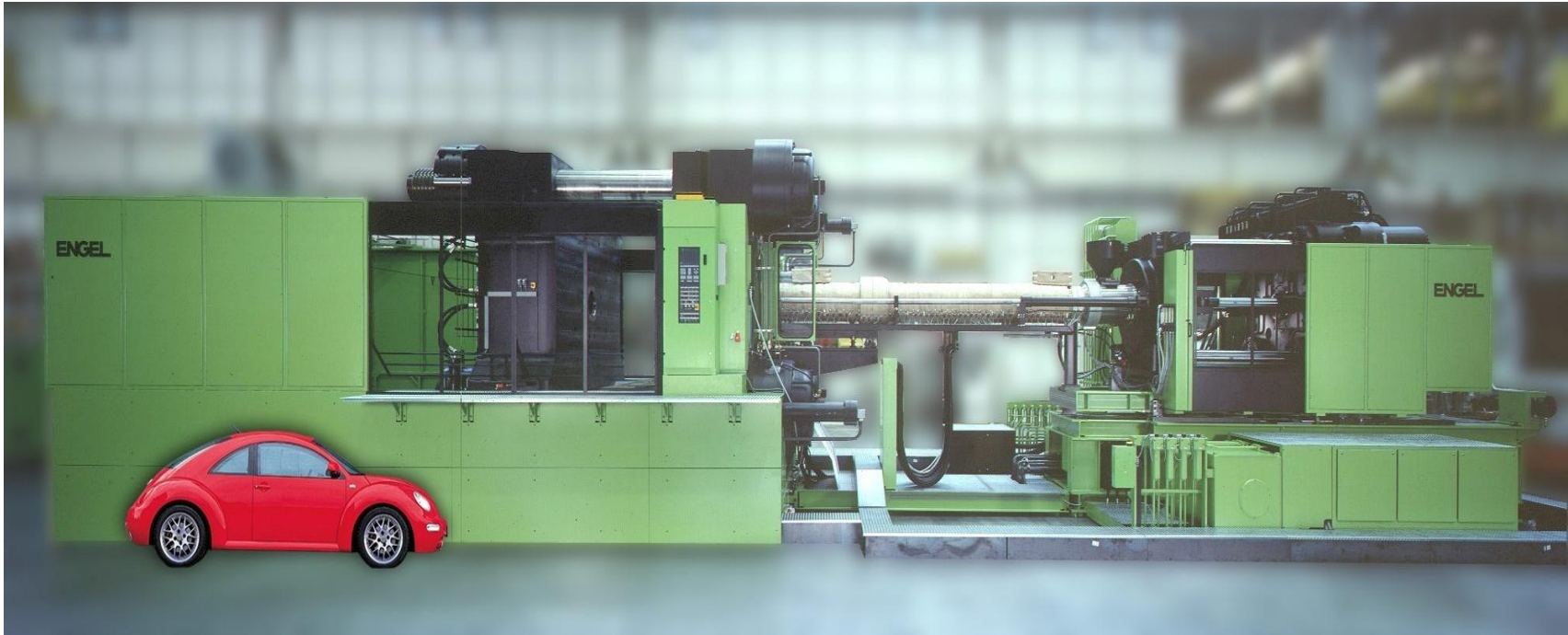
► Animation Sandwich- bzw. Coinjection-Verfahren



► Animation Sandwich- bzw. Coinjection-Verfahren



► Großmaschinen (55.000 KN)

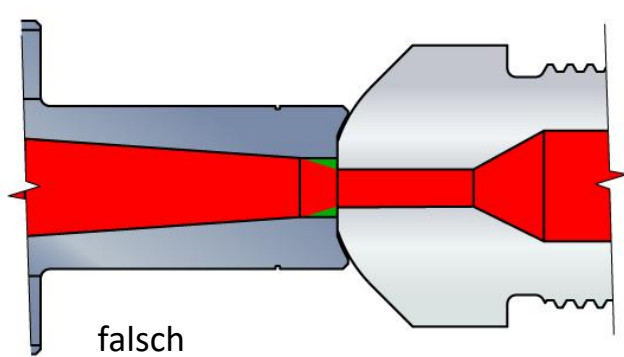


Voraussetzung Düse und Düsenkörper

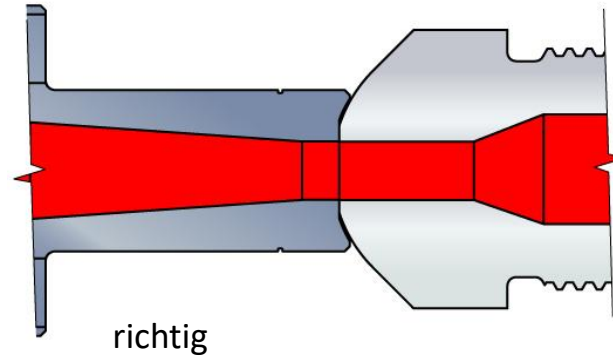
Maschinendüse

- ▶ Die Maschinendüse ist das Verbindungsstück zwischen Plastifiziereinheit und dem Werkzeug, welches auf der Schließereinheit befestigt ist
- ▶ Diese sollte möglichst kurz sein und dicht an dem Werkzeug anliegen, damit es zwischen den beiden Elementen nicht zu Leckagen kommt
- ▶ Die Maschinendüsen gibt es als offene Varianten und mit einer Verschlussfunktion um das Austreten von leicht fließenden Polymeren zu vermeiden

Der Maschinendüsendurchmesser



Quelle: Husky

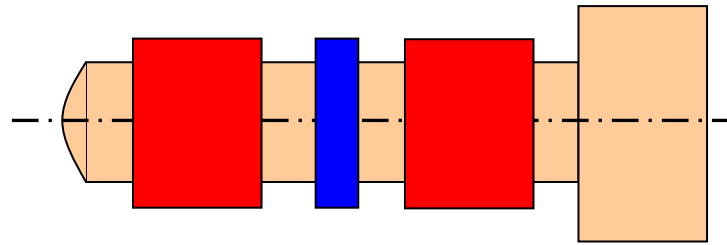
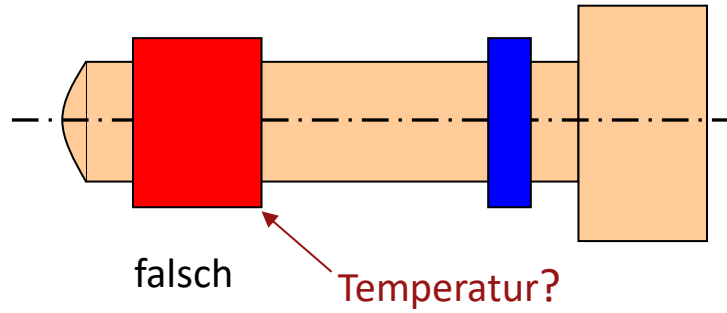


- ▶ Druckverlust
- ▶ tote Ecken
- ▶ Scherung (Formteilfehler: Verbrennungsschlieren)
- ▶ aufgestauchte Kanten an der Maschinendüse (Scherung)



- ▶ Temperaturhomogenität
- ▶ Fühlerposition
- ▶ Düsenlänge - Scherung

Heizband = rot Fühler = blau



besser

Andreas Kürten
+49 (0) 23 51/1064-101
A.Kuerten@kunststoff-
institut.de

Kunststoff-Institut Lüdenschied
Karolinenstraße 8
58507 Lüdenschied
www.kimw.de
© Kunststoff-Institut Lüdenschied