



Wie geht Spritzgießen richtig?

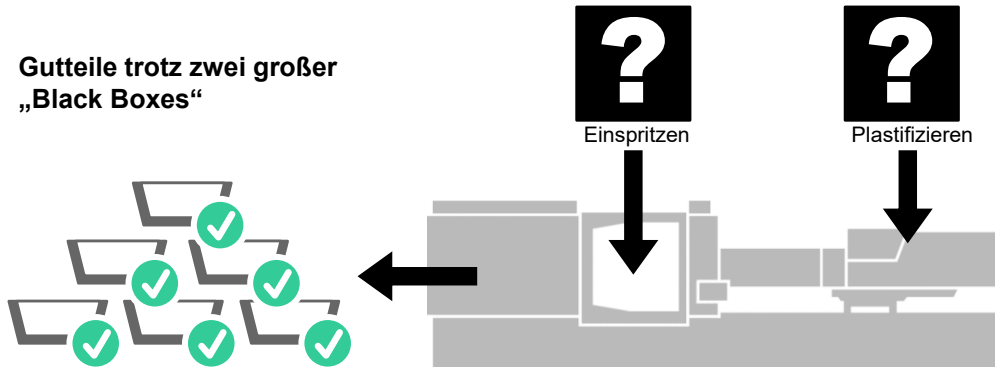
Dr.-Ing. Philipp Kloke

Verfahrensentwicklung

ARBURG Technologie-Tage 2026
Loßburg, 11. – 13. März 2026

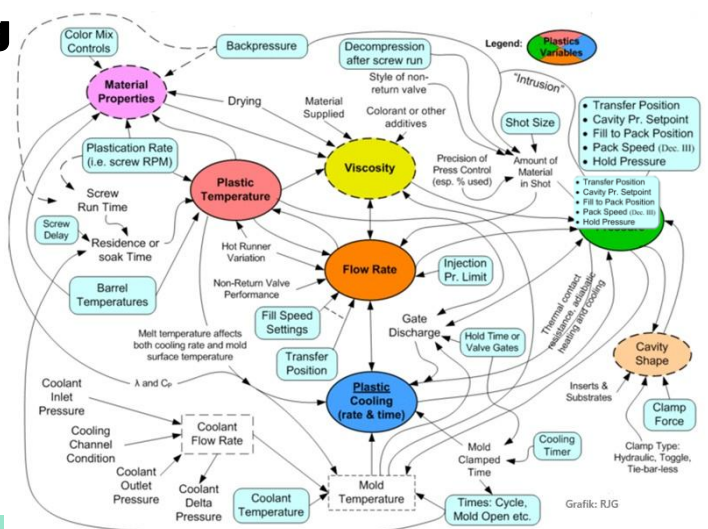
Herausforderung Spritzgießen

Gutteile trotz zwei großer „Black Boxes“



Herausforderung Spritzgießen

x Gleichungen mit y Unbekannten



Wie stellt der Bediener die Maschine ein?



Wie stellt der Bediener die Maschine ein? Pragmatisch!

1. Plastifizierung muss zu Prozessanforderungen passen
2. Einspritzprozess am Werkzeug und am Bauteil ausrichten

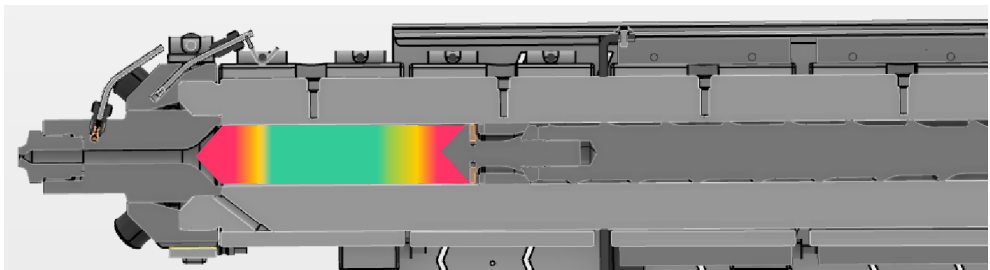


Wie stellt der Bediener die Maschine ein? Pragmatisch!

1. Plastifizierung muss zu Prozessanforderungen passen
2. Einspritzprozess am Werkzeug und am Bauteil ausrichten



Passt die Spritzeinheit zu den Prozessanforderungen?



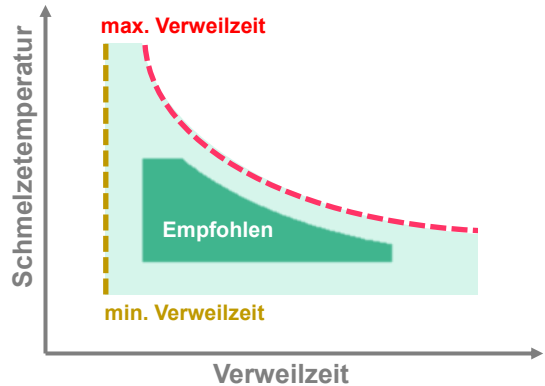
20 - 80 % optimaler Arbeitsbereich

10 - 20 % und 80 - 90 % bedingt geeignet

< 10 % und > 90 % nicht empfehlenswert

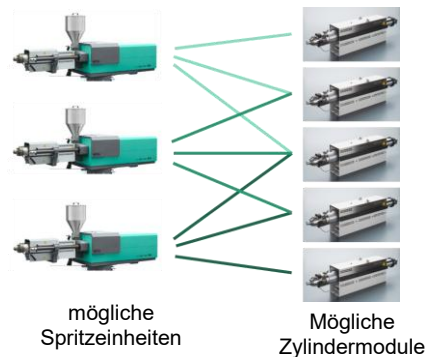
Wichtiger Parameter: Verweilzeit

- **Definition**
Zeit vom Eintritt in Zylinder bis zum Austritt aus der Düse
- **Minimale Verweilzeit**
Zeit zum vollständigen Aufschmelzen
- **Maximale Verweilzeit**
Grenze zum Materialabbau über die Zeit und die Temperatur



Die Plastifizierung anpassen

- Abhängig von Maschinengröße und Prozessanforderungen
 - Spritzeinheit verlängert oder Standard
 - Angepasster Verschleißschutz
 - Sonderverfahren
- Alle Spritzeinheiten von ARBURG sind modular aufgebaut
- Ziel: für **jede** Anforderung die passende Plastifizierung



Wichtiger Parameter: Dosiergeschwindigkeit

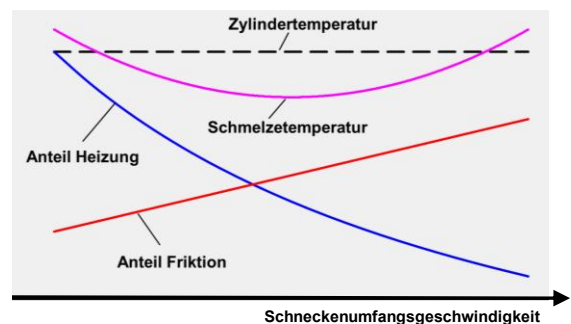
- Nur so schnell dosieren, wie nötig
- Dosierzeit anpassen an Kühlzeit
 - Schont das Material
 - Schont die Pastifiziereinheit
 - Spart Energie (unnötige Friktion vermeiden)
 - Dosierzeit nie größer Kühlzeit wählen
- Assistenzfunktionen wie DosingPilot nutzen



Schneller ist nicht immer besser!

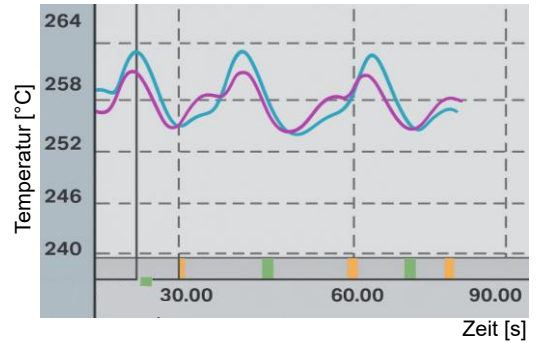
Parameter: Schneckenumfangsgeschwindigkeit

- Hohe Werte erhöhen die Dissipation
- Reduziert den Energieeintrag über die Heizbänder
- Hohe Geschwindigkeit für vorgegebenen Zykluszeit



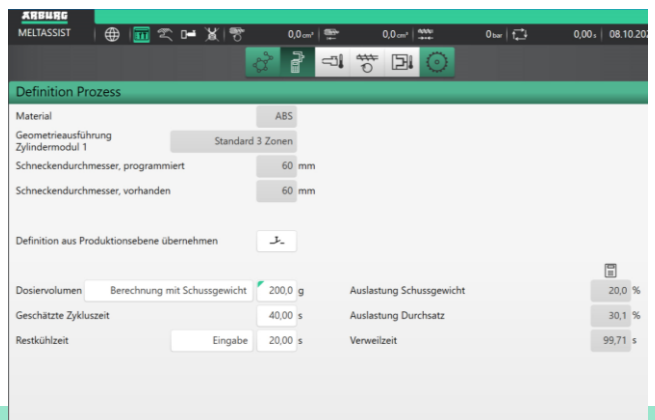
Weitere Parameter

- Darstellung Zylindertemperaturen
 - Übertemperatur programmiert auf max. 255 °C
- Einspritzgeschwindigkeit
 - Zusätzlicher Peak durch Scherung



Was bietet Arburg?

- aXw Control MeltAssist
- aXw Machine Finder
 - im Kundenportal
- Kennzahlen zu
 - Verarbeitungstemperaturen
 - Staudrücke
 - Plastifizierung
 - Auslastung
 - Verweilzeit
 - ...



ROBUSTE PLASTIFIZIERUNG IST DIE GRUNDLAGE FÜR DEN NÄCHSTEN SCHRITT

Wie stellt der Bediener die Maschine ein? Pragmatisch!

1. Plastifizierung muss zum Material passen
2. Einspritzprozess am Werkzeug und am Bauteil ausrichten



Einspritzparameter bestimmen

- Prozessanforderung (Füllzeitklassen):
 - <0,1 s Hochleistung
 - 0,1-0,3 s Dünnwand
 - >0,3 s Standard
- Was ist das Ziel?
 - Gleichmäßige, vollständige Füllung der Kavität
- Formel für Einspritzstrom $Q = \pi \cdot \frac{1}{4} \cdot D^2 \cdot v$
 - Vermeintlich einfach
 - Gekoppelte Abhängigkeiten von Druck, Geschwindigkeit, Materialviskosität und Temperatur!

Parameter der Spritzeinheit bestimmen:

- Bauteil mit Anguss 75 g, eine Kavität, Dichte 1 g/cm³, Soll-Füllzeit: 0,35 s
- **Einspritzstrom Soll:** 75 cm³ / 0,35 s ≈ **220 cm³/s**

Parameter der Spritzeinheit bestimmen:

- Bauteil mit Anguss 75 g, eine Kavität, Dichte 1 g/cm³, Soll-Füllzeit: 0,35 s
- **Einspritzstrom Soll:** 75 cm³ / 0,35 s ≈ **220 cm³/s**
- ALLROUNDER 520 A 1500-290:

D	v	Berechnung	Ergebnis Q
30 mm	280 mm/s (bei 1000 bar)	$\pi \times \frac{1}{4} \times 3^2 \times 28$	≈ 200 cm ³ /s
40 mm	280 mm/s (bei 1000 bar)	$\pi \times \frac{1}{4} \times 4^2 \times 28$	≈ 350 cm ³ /s

Parameter der Spritzeinheit bestimmen:

- Bauteil mit Anguss 75 g, eine Kavität, Dichte 1 g/cm³, Soll-Füllzeit: 0,35 s
- **Einspritzstrom Soll:** 75 cm³ / 0,35 s ≈ **220 cm³/s**
- ALLROUNDER 520 A 1500-290:

D	v	Berechnung	Ergebnis Q
30 mm	280 mm/s (bei 1000 bar)	$\pi \times \frac{1}{4} \times 3^2 \times 28$	≈ 200 cm ³ /s
40 mm	280 mm/s (bei 1000 bar)	$\pi \times \frac{1}{4} \times 4^2 \times 28$	≈ 350 cm ³ /s

- Bei **1000 bar** ist Durchmesser 30 mm mit SPE 290 **nicht ausreichend**
- Bei **1000 bar** ist Durchmesser 40 mm mit SPE 290 **ausreichend**

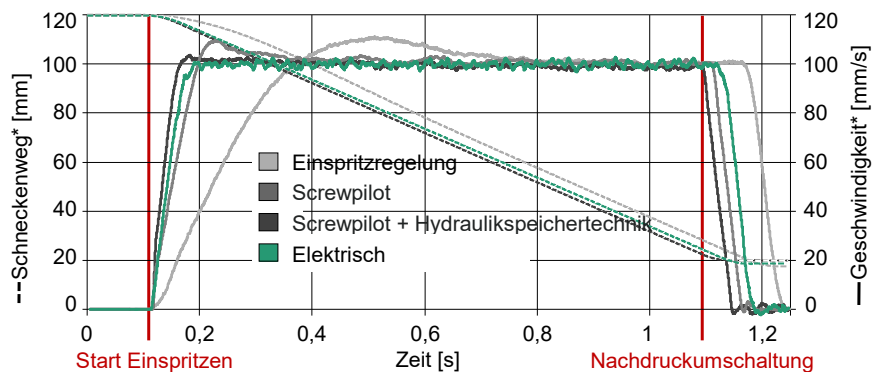
Parameter der Spritzeinheit bestimmen:

- Bauteil mit Anguss 75 g, eine Kavität, Dichte 1 g/cm³, Soll-Füllzeit: 0,35 s
- **Einspritzstrom Soll:** 75 cm³ / 0,35 s ≈ **220 cm³/s**
- ALLROUNDER 520 A 1500-290:

D	v	Berechnung	Ergebnis Q	Q aus Maschinendaten
30 mm	280 mm/s (bei 1000 bar)	$\pi \times \frac{1}{4} \times 3^2 \times 28$	≈ 200 cm ³ /s	≈ 140 cm³/s (2500 bar)
40 mm	280 mm/s (bei 1000 bar)	$\pi \times \frac{1}{4} \times 4^2 \times 28$	≈ 350 cm ³ /s	≈ 250 cm³/s (1500 bar)

- Bei **1500 bar** ist Durchmesser 40 mm mit SPE 290 **ausreichend**
- Bei **2500 bar** ist Durchmesser 40 mm mit SPE 290 **nicht ausreichend**

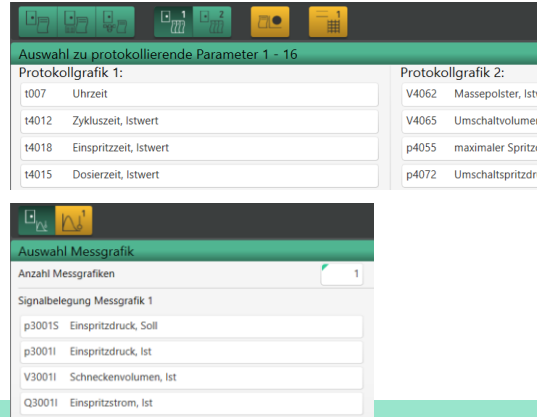
Dynamik beim Einspritzen



* für ALLROUNDER S und ALLDRIVE

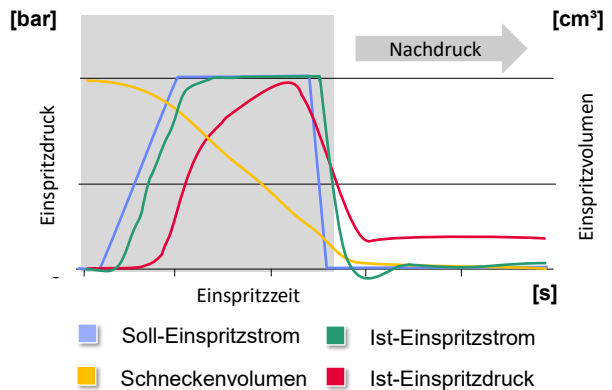
Prozessvisualisierung über mehrere Zyklen

- Produktionsprotokoll definieren
 - Prozesszeiten (Einspritzzeit, Dosierzeit, Zykluszeit)
 - Drücke (max. Einspritzdruck, Umschaltdruck)
 - Wege (Massepolster, Start Dosieren)
 - Temperaturen (Werkzeug / Zylinder)
 - Trends mit Protokollgrafiken visualisieren
- Mess- und Überwachungsgrafiken
 - Aufzeichnungsdauer anpassen
Einspritzphase versus Dosierphase
 - Spritzdruck überwachen
(gegebenenfalls mit Integralen)



Visualisierung der Parameter

- Gelingt Druckaufbau?
- Ist Geschwindigkeit gedrosselt?
- Übergang Spritzdruck zu Nachdruck?



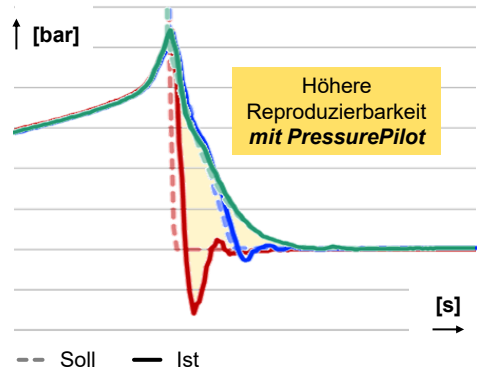
Angepasstes Umschalten – Pressure Pilot

Rampe

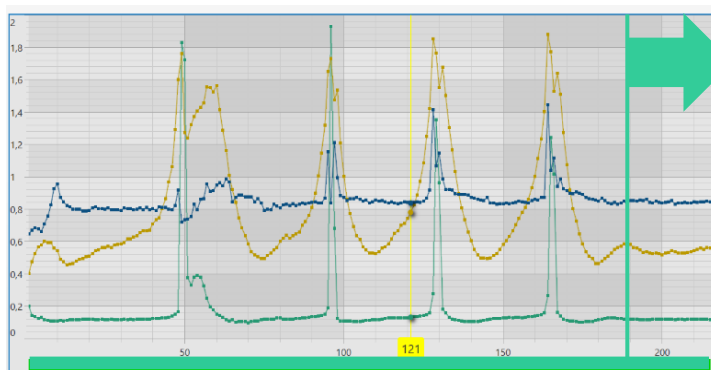
- Lineare Sollwertvorgabe von Spritz- auf Nachdruck
- Aktive Druckregelung
- ARBURG Standard seit 1987

aXw Control
PressurePilot

- Nichtlineare Sollwertvorgabe von Spritz- auf Nachdruck
- Bionisch optimierte Druckregelung – angelehnt an natürliche Vorgänge beim Druckabbau



Prozessvisualisierung



Anpassung der Verweilzeit wenn...

- Massepolster stabil
- Drehmoment beruhigt
- Dosierzeit stabil

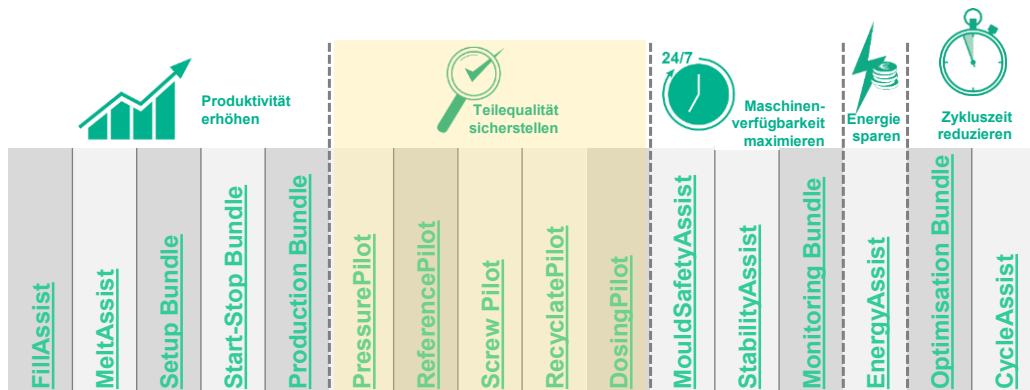


Was tun, wenn Material schwankt?

<p>aXw Control ScrewPilot </p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Einspritzdynamik – gleichmäßiger Fließfrontverlauf ▪ Aktives Bremsen – präzises Umschalten in den Nachdruck ▪ Stabiler Einspritzprozess 	<p>aXw Control RecyclePilot </p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schnelle Regelung des Umschaltpunkts anhand Referenz im selben Zyklus ▪ Zyklusübergreifende Korrektur des Dosiervolumens ▪ Prozessregelsystem ohne zusätzliche Sensorik 	<p>aXw Control ReferencePilot* </p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exakte Regelung des Nachdrucks über Druckverlauf im Werkzeug ▪ Gleichbleibend optimale Spritzteilqualität ▪ Konstante Schussgewichte
---	--	--

* Empfohlen

Was bietet ARBURG?



PRÄZISE EINSPRITZEN ALS GRUNDBAUSTEIN FÜR QUALITATIV HOCHWERTIGE BAUTEILE

Zusammenfassung

Maschine und Peripherie exakt auf Produkt und Prozess abstimmen

- Materialzuführung über sichere Materialkonditionierung
- Heißkanal: Kompression der Schmelze
- Werkzeugtemperierung
 - Durchfluss optimal einstellen
 - Temperatur optimal einstellen
- Automation vs. fallende Teile
- Zykluszeit und/oder Energie optimieren



Grundregeln

- **Robustes** Plastifizieren und **präzises** Einspritzen
 - Wer die Grundlagen kennt, stellt Parameter schnell und sicher ein
 - Kernkompetenzen wichtig, auch bei Kostendruck, Rezyklaten, neuem Bauteildesign, Fachkräftemangel...
- Spritzgießen ist Physik & Erfahrung
 - kein Trial & Error
 - Vielfältige Beratungsleistungen von ARBURG



WIR SIND DA.