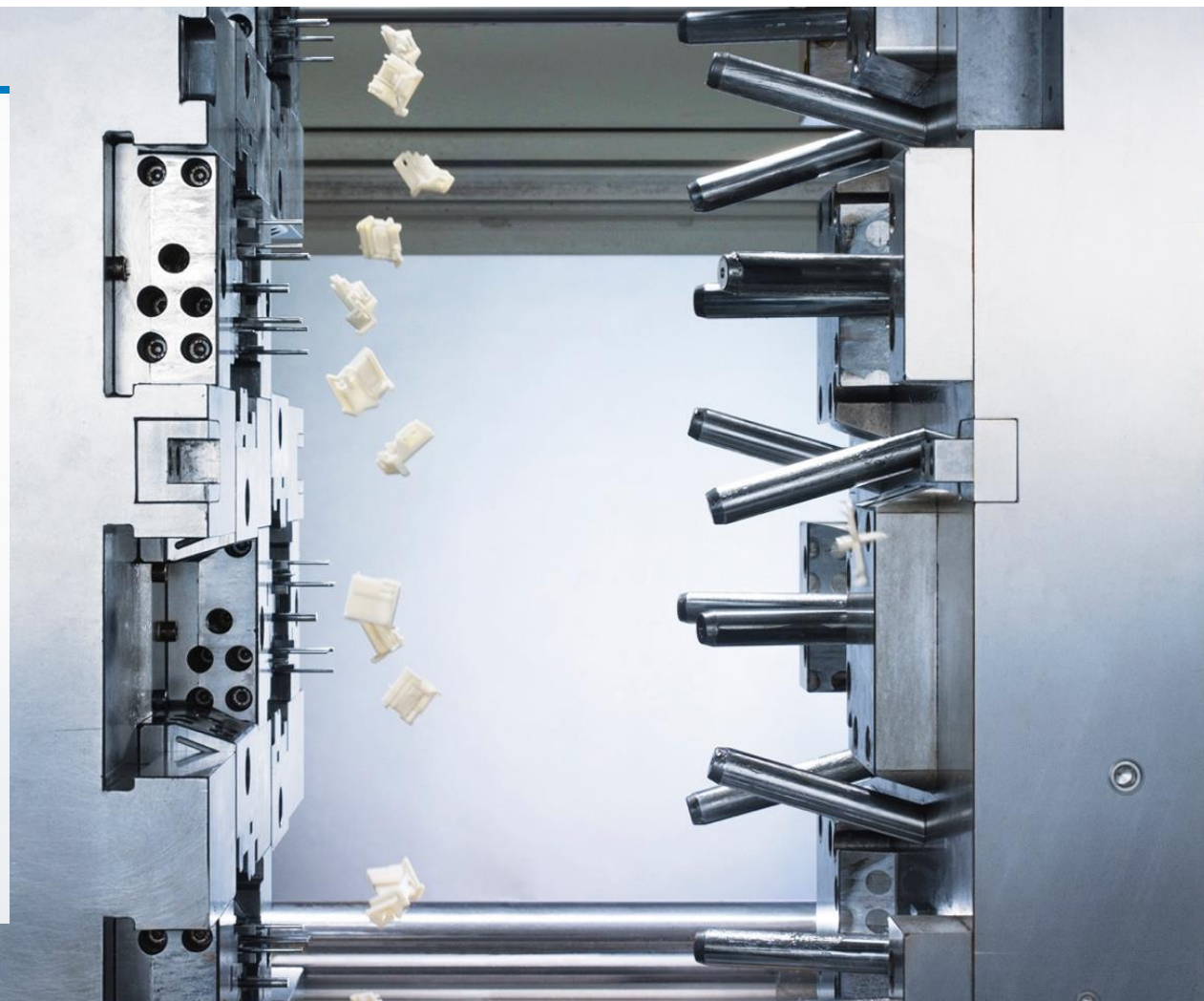


# Energetisch sinnvolles Spritzgießen mit Hilfe von Werkzeuginnendruck!

Thomas M. Koch  
Team Sales & Application



# Energetisch sinnvolles Spritzgießen mittels Werkzeuginnendruck!

## Agenda

### Allgemeine Infos zu Werkzeuginnendruck und Energie

*Motivation, Ziel, Maschine, Formteil, Sensoren, Leistungsmessgerät etc...*

### Mal ganz einfach angefangen

*Bewusst veränderte Maschineneinstelldaten (Nachdruckhöhe, Umschaltvolumen, Schließkraft sowie Werkzeugtemperatur)*

### Zusammenfassung/Fazit

# Allgemeine Infos zu Werkzeuginnendruck und Energie

## Motivation und Ziel

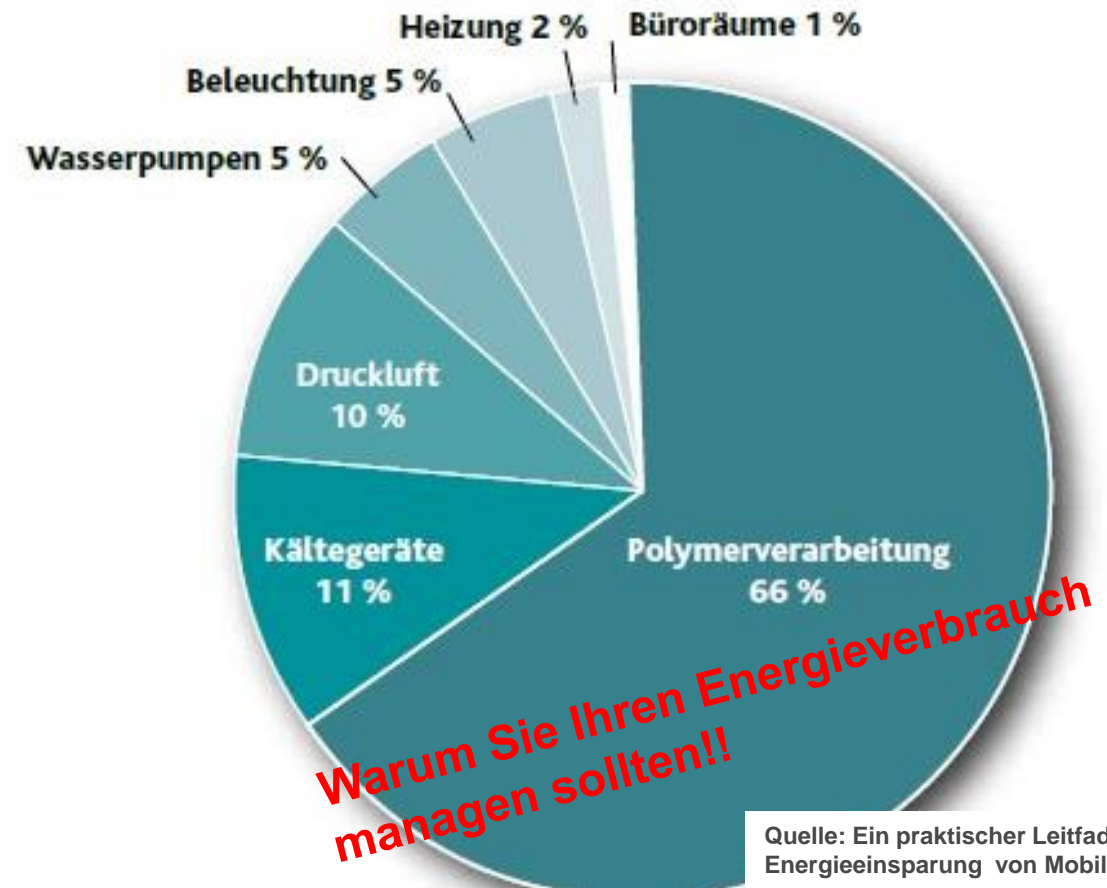
### Motivation:

- Das Spritzgießen ist ein energieintensiver Vorgang.
- Die Energiekosten in einen typischen Spritzgießbetrieb sind oft fast so hoch wie die Arbeitskosten.
- Das Potenzial für Einsparungen von Energie ist jedoch erheblich.
- Die Erfahrungen unsererseits zeigen das viele Spritzgießprozesse nicht optimal eingestellt werden (hier entsteht ein zu hoher Energieverbrauch).

### Ziel:

- An Hand verschiedener Einstelldaten wollen wir zeigen welche Maschinenparameter welchen Einfluss auf den Energieverbrauch und die Qualität haben.
- **Der Einrichter oder Schichtführer soll mit einfachen Hilfsmitteln die optimale Einstellung finden.**
- Ausblick eines Optimalen Arbeitspunktes in Abhängigkeit der Energie und Qualität mittels Stasa QC.

einem typischen Spritzgießbetrieb





# Allgemeine Infos zu Werkzeuginnendruck und Energie

## Versuchsaufbau

### Maschine:

- Arburg 370A600-170
- Schließkraft 60 t
- Schneckendurchmesser 30 mm

### Formteil:

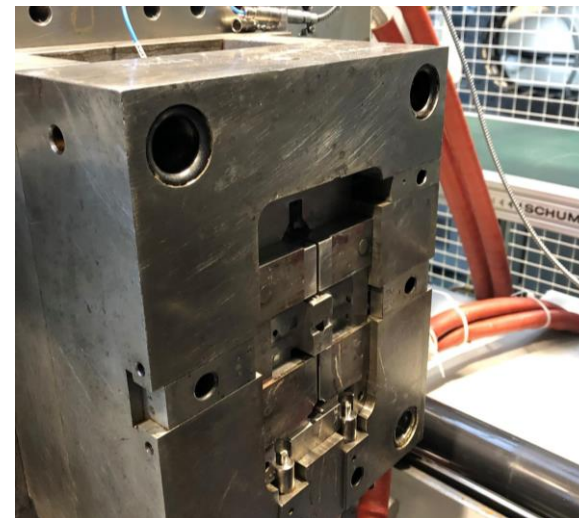
- Kaltkanal 2 Anspritzpunkte
- Material BASF PA66 GF30% Schwarz

### Werkzeug:

- Düsenseite Direktmessender Sensor
- Auswerferseite Indirektmessender Sensor über Auswerfstift

### Partner:

- Hochschule Esslingen / Prof. Dr.- Ing. Matthias Deckert



# Allgemeine Infos zu Werkzeuginnendruck und Energie

## Versuchsaufbau

### Sensoren:

- 9211 Werkzeuginnendrucksensor, indirekt messend,  $\varnothing$  6,0 mm
  - Messbereich von 0...250 N bzw. für die Messung des Innendruckes bis 3000 bar
  - Empfindlichkeit = -4,4 pC/N
- 6190 Druck- und Temperatursensor, direkt messend  $\varnothing$  4,0 mm
  - Sensor für die Messung des Werkzeuginnendruckes bis 2000 bar u. die Kontakttemperatur in der Kavität
  - Empfindlichkeit = -4,8 pC/bar

### Leistungsmessgerät (Netzanalysator CA 8334):

- Mit diesem Leistungsmessgerät wird direkt an der Maschine die sogenannte **Verbrauchte Wirkenergie [Wh]** gemessen.
- Die Messungen wurden im Eingeschwungenen Zustand der Maschine nach ca. 45 min durchgeführt.

9211 – Angussfern

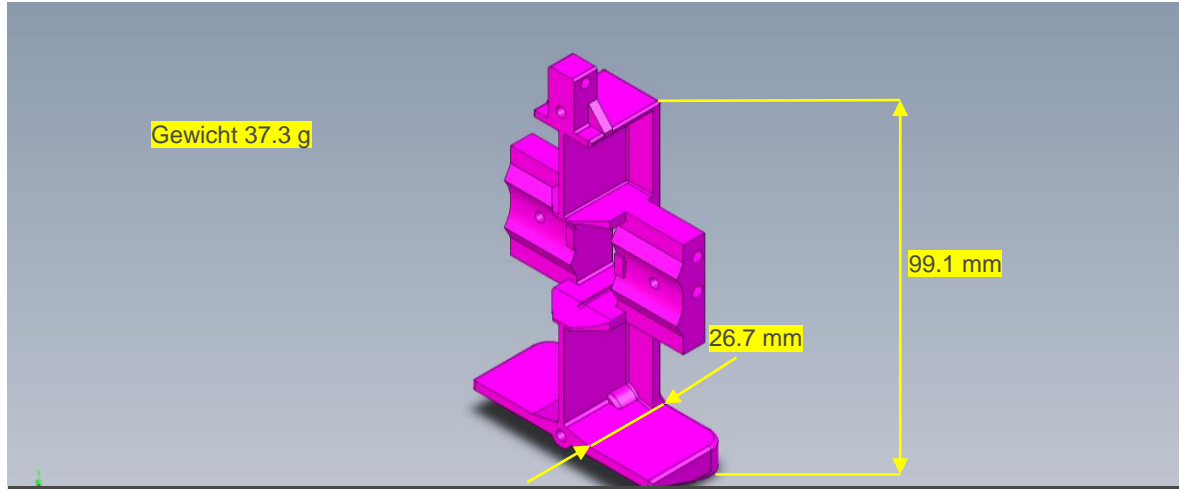


6190 – Angussnah

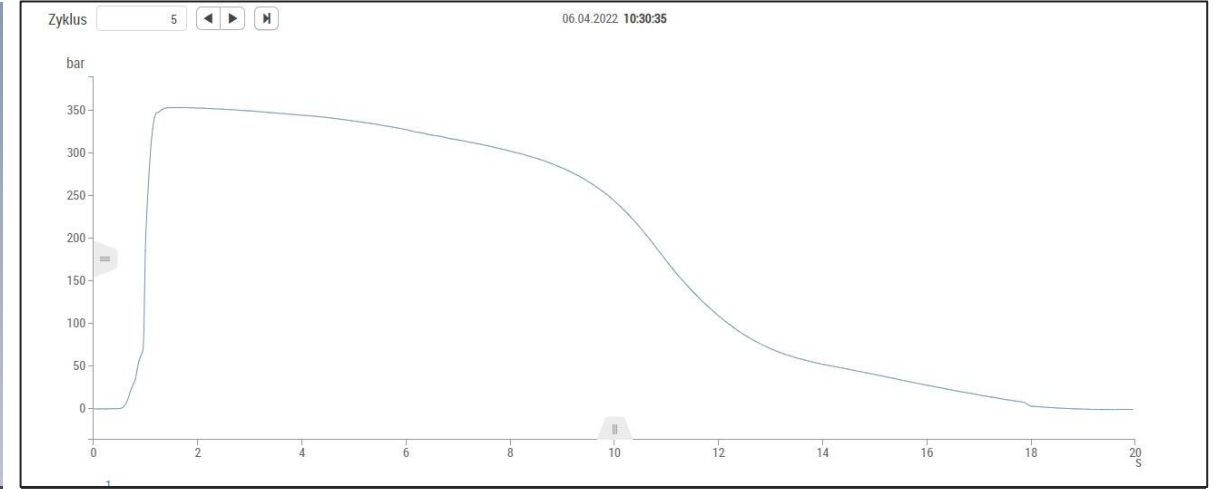


# Mal ganz einfach angefangen

Korrelation Qualität zu Werkzeuginnendruckverlauf



**Qualitätsmerkmal Formteil**

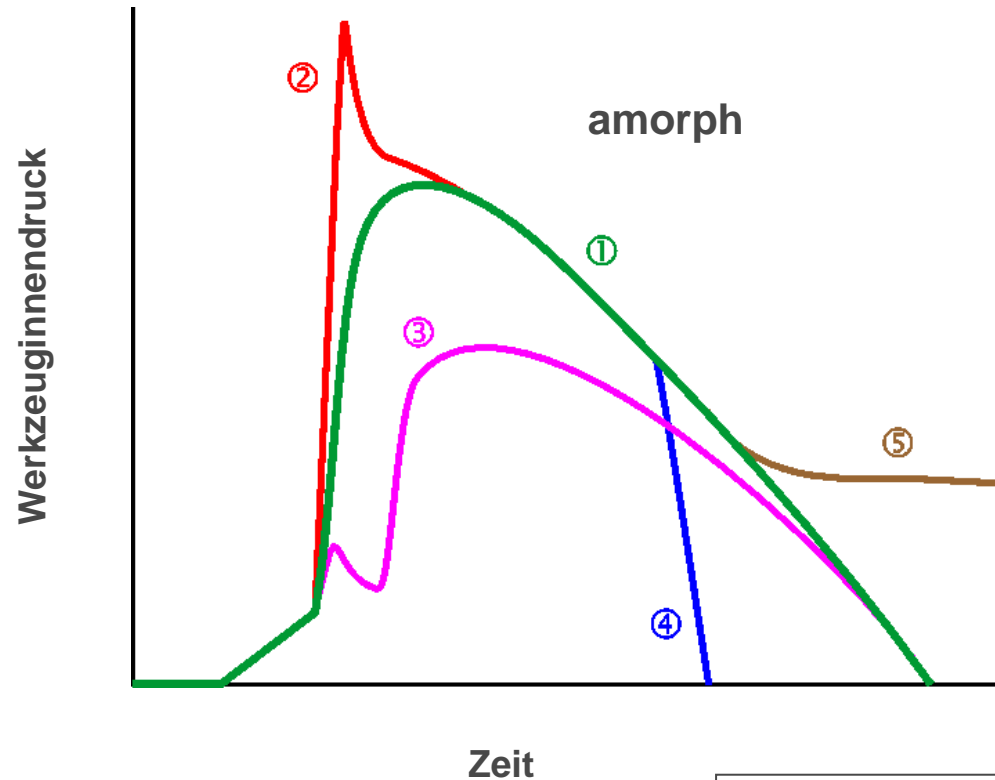


**Werkzeuginnendruckkurve Standard  
Maschineneinstellung**

Material	PA66 GF 30% Schwarz
Einspritzgeschwindigkeit [cm <sup>3</sup> /sec.]	35 cm <sup>3</sup> /sec.
Nachdruckhöhe [bar]	400 bar
Umschaltpunkt [cm <sup>3</sup> ]	10.2 cm <sup>3</sup>
Schließkraft [kN]	500 kN
Werkzeugtemperatur [°C]	80°C

# Mal ganz einfach angefangen

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte

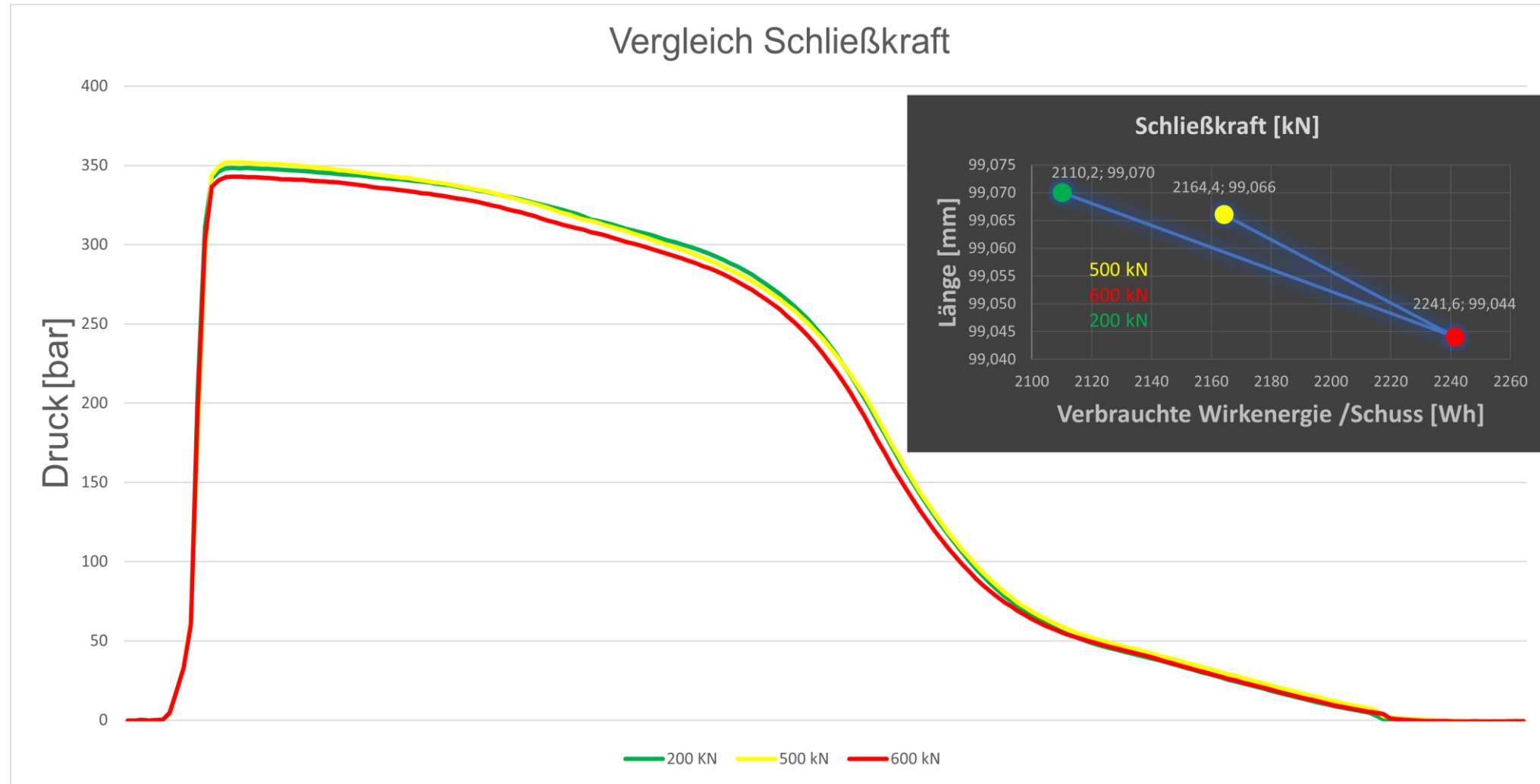


- keine ideale Druckkurve
- jedes Teil hat eine charakteristische Druckkurve (Geometrie, Material, Werkzeug)
- klare Regeln zum Analysieren eines Prozesses und der Teilequalität

«ideale Kurve» einer Werkzeuginnendruckkurve		
Umschaltung zu spät	→	innere Spannungen
Umschaltung zu früh	→	Verzug
Nachdruckzeit zu kurz	→	Einfallsstellen
Umschaltung zu spät oder Deformation der Formplatten	→	lokal Überfüllt

# Mal ganz einfach angefangen

Schließkraft

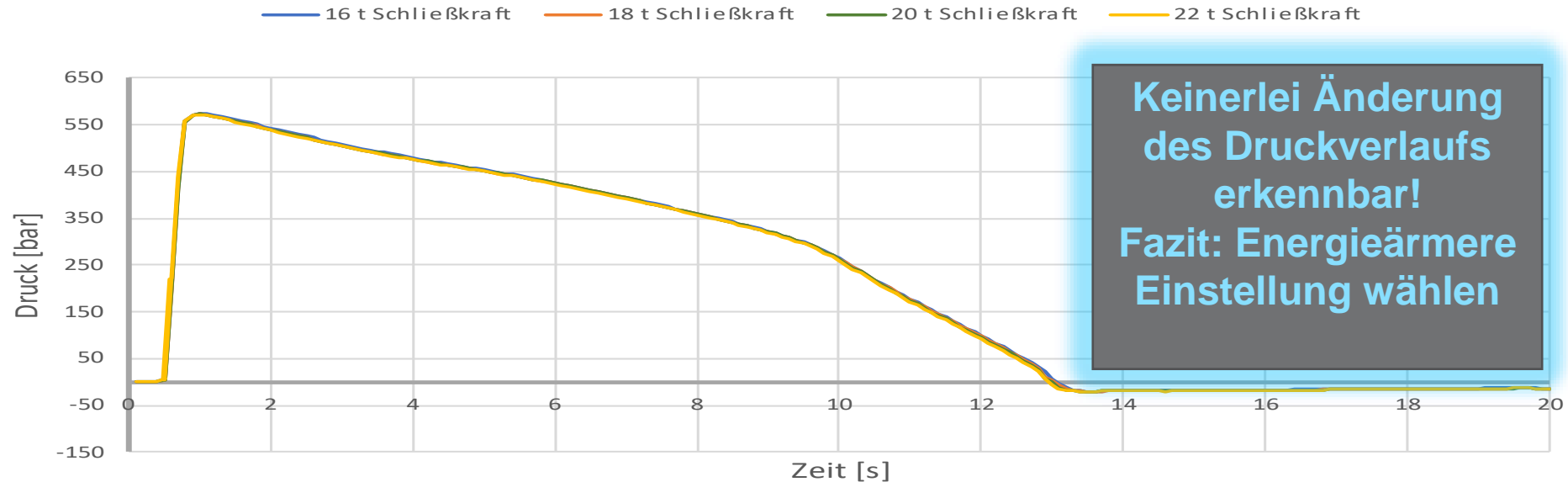




# Mal ganz einfach angefangen

Schließkraft (anderer Artikel)

Variierende Schließkraft am KISTLER 6118AAG direkt messend



## Sensoren Empfindlichkeit

KISTLER 6118AAG	4,8 pC/bar
KISTLER 9247A	8,6 pC/me
KISTLER 9211BE	4,4 pC/N

## Kunststoff

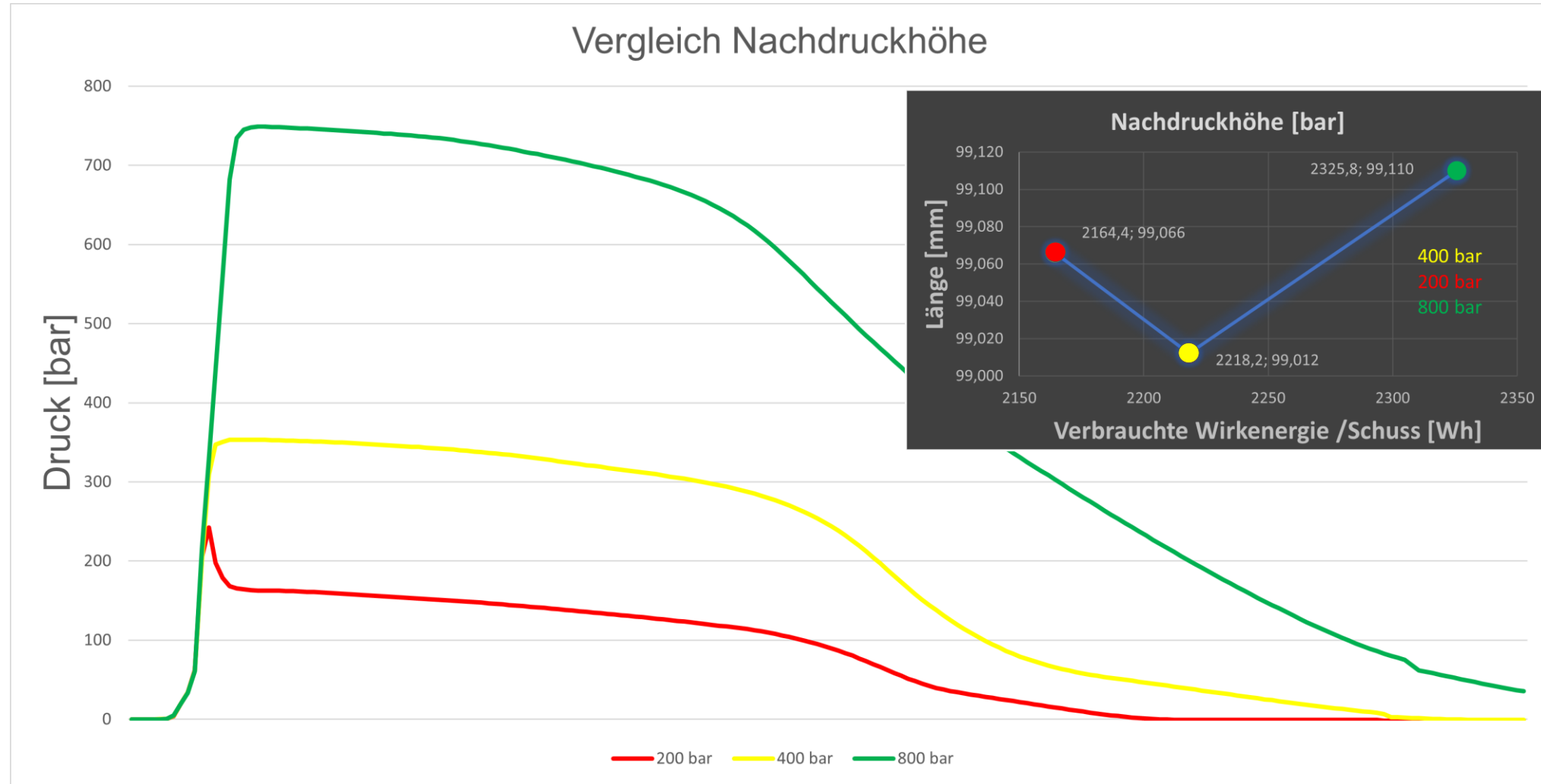
Typ	Polypropylene
Hersteller	Borealis
Bezeichnung	RG466MO

## Maschinenparameter

Schließkraft	variiert
Werkzeugtemperatur	40 °C
Umschaltpunkt	5 ccm
Schnecken temperatur	230 °C
Staudruck	60 bar
Nachdruckkurve	750-500-15 bar
Nachdruckzeit der Kurve	0 - 9 -11s
Plastifiziermenge	10,50 ccm
Einspritzgeschwindigkeit	15-45-50-15 ccm/s (10,5-8-7-5 ccm)
Düsenanlagekraft	22 kN

# Mal ganz einfach angefangen

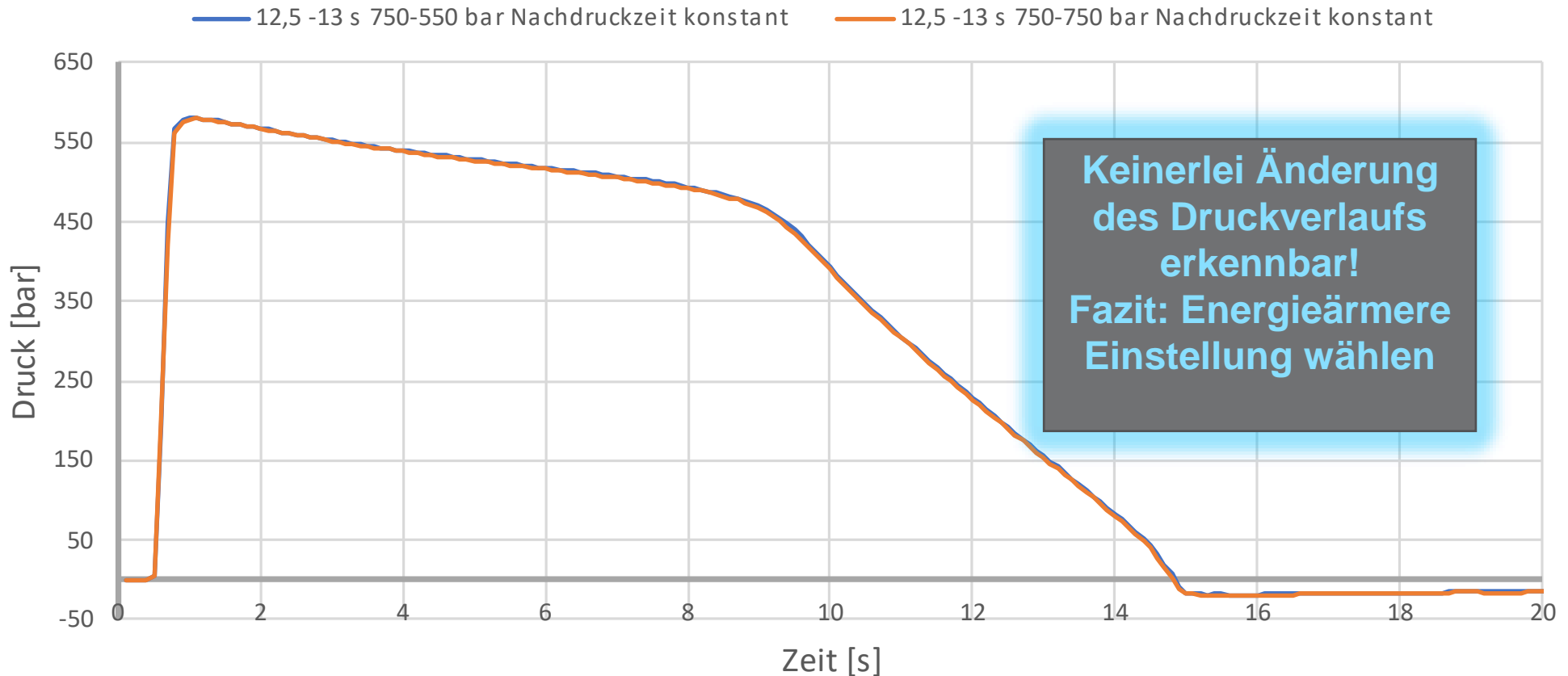
## Nachdruckhöhe



# Mal ganz einfach angefangen

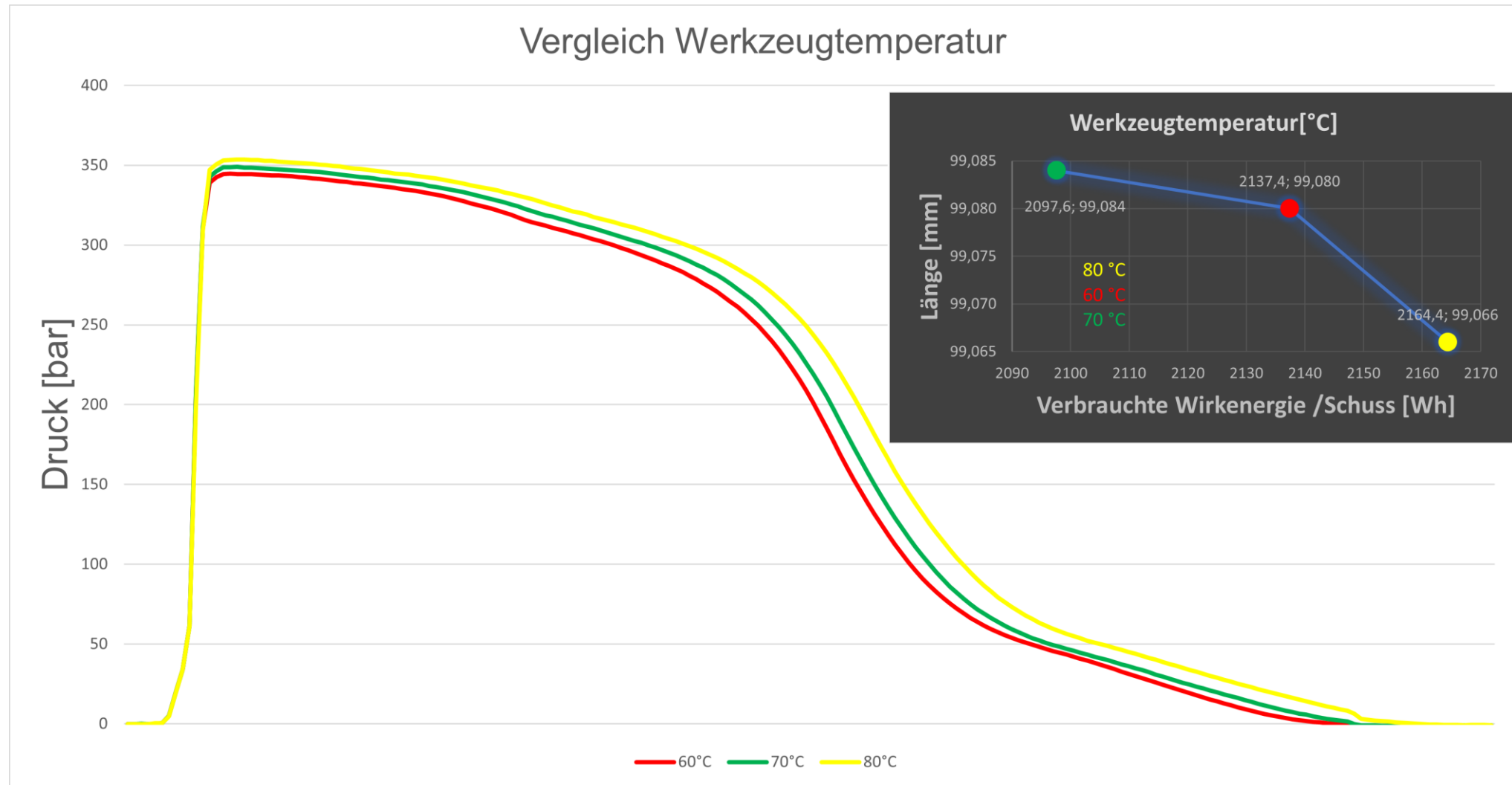
Nachdruckprofil Vergleich (anderer Artikel)

Variierender Nachdruck bei erhöhter Nachdruckzeit  
am KISTLER 6118AAG direkt messend



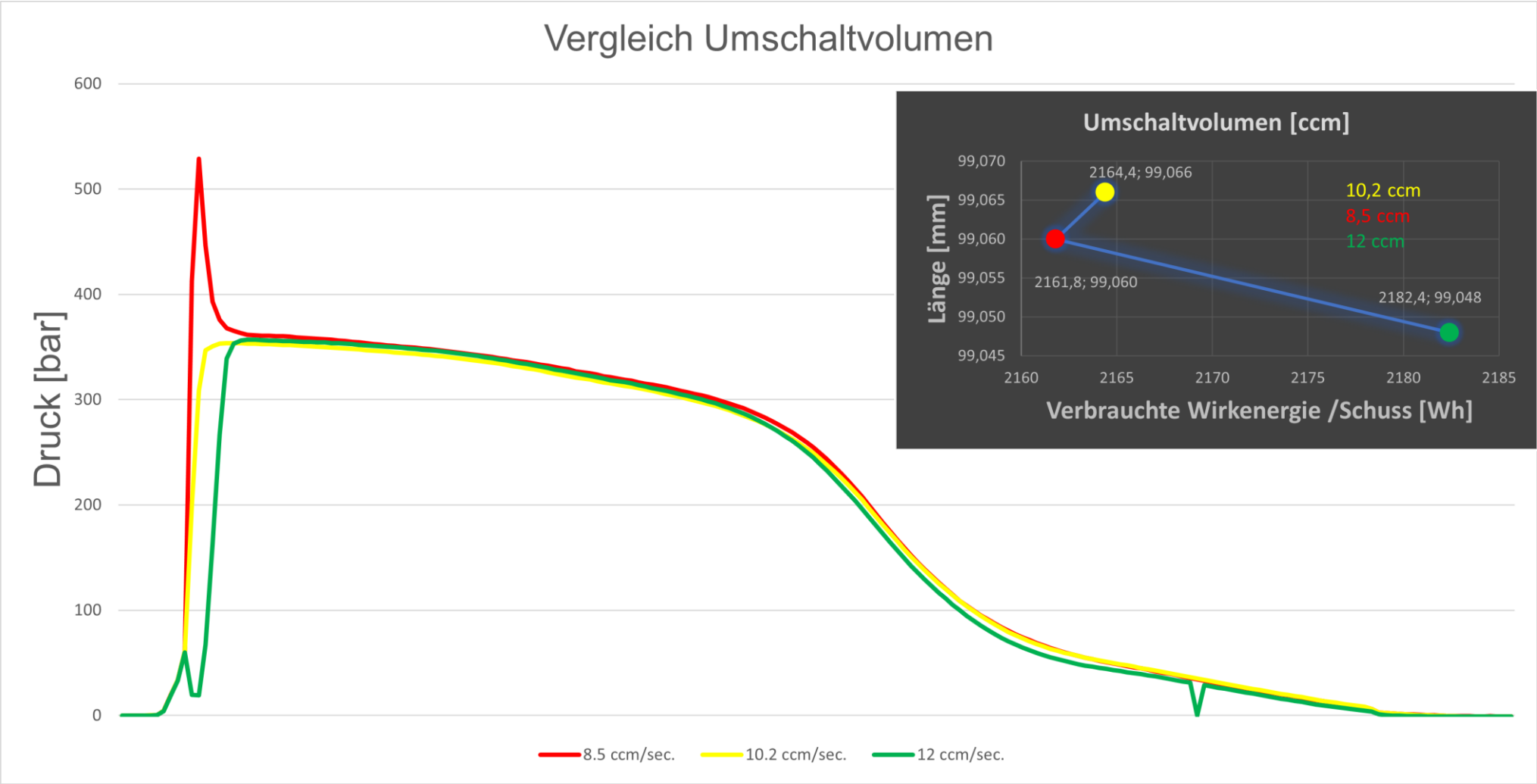
# Mal ganz einfach angefangen

## Werkzeugtemperatur



# Mal ganz einfach angefangen

## Umschaltvolumen



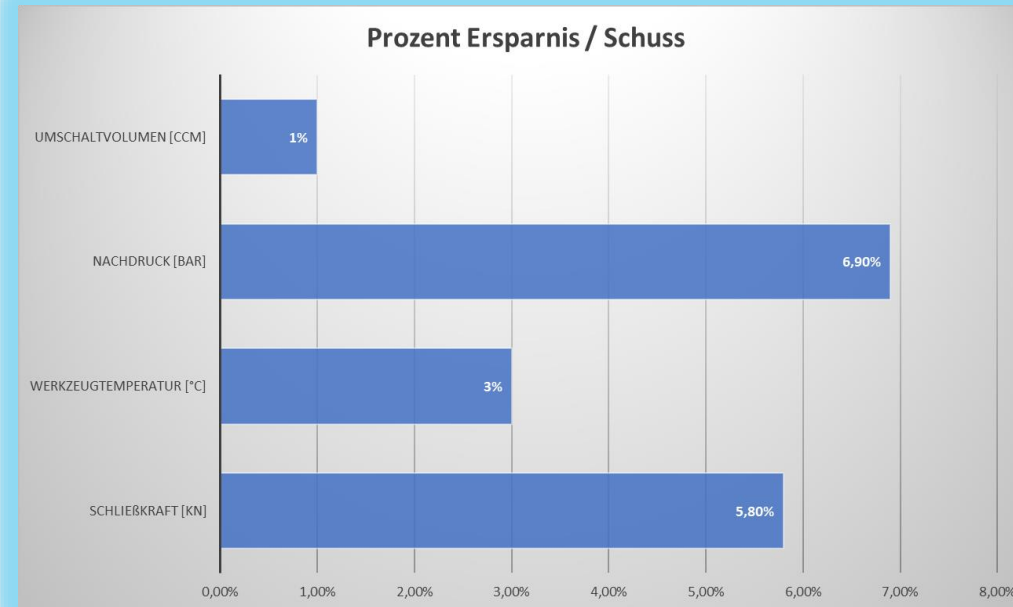


# Energetisch sinnvolles Spritzgießen mittels Werkzeuginnendruck!

## Zusammenfassung/Fazit

### Werkzeuginnendruck / Energie und Qualität:

- Anhand des Werkzeuginnendruckes kann man direkte Rückschlüsse auf die Qualität und den Energieverbrauch für jeden einzelnen Schuss ziehen.
- Mittels des Werkzeuginnendruckes ist es möglich, den Spritzprozess material- und Maschinenschonend (siehe Schließkraft, Nachdruckhöhe) einzustellen und zu optimieren.
- Unterschiedliche Maschineneinstelldaten zeigen nicht immer einen Unterschiedlichen Werkzeuginnendruckverlauf aber der Energieverbrauch ist unterschiedlich.



# Energetisch sinnvolles Spritzgießen mittels Werkzeuginnendruck!

Kontakt Daten

**Team Sales & Application**

**Thomas M. Koch**

**[thomas.koch@kistler.com](mailto:thomas.koch@kistler.com)**

**+49 7031 3090 397**

**+49 151 55 24 22 67**

