

**Wünsche des Produzenten von blasgeformten Teilen**

**Grenzen des technisch Machbaren**

**Müssen Fließkanäle barrierefrei sein?**

**Müssen Fließkanäle poliert sein?**

**Muß der Fließkanal am Ende der Düse konisch sein?**

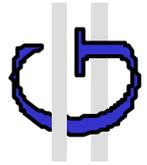
**Ist es vorteilhaft Düsen zum Zentrieren zu verschieben?**

**Beispiele, die das Optimierungspotential aufzeigen**

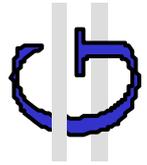
**Fazit**

# Wünsche des Produzenten von blasgeformten Teilen

---



- **bessere Wanddickenverteilung**
- **geringerer Materialverbrauch**
- **kürzere Zykluszeiten**
- **schnelleres Anfahren der Anlage**
- **präzisere und schnellere Zentriermöglichkeit**
- **schnellerer Farbwechsel**
- **erhöhte Betriebssicherheit**
- **geringere Störanfälligkeit**
- **verbesserte Wartungsfreundlichkeit**
- **geringer Exergieverbrauch**
- **kostengünstigere Köpfe**



## Von den Naturgesetzen vorgegebene Grenzen

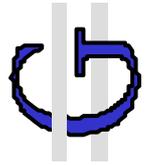
- Wo ein Körper ist kann kein zweiter sein

**➔ Nichtbeachtung muss zum Scheitern führen!**

## Vom Menschen bestimmte Grenzen (Fachwissen)

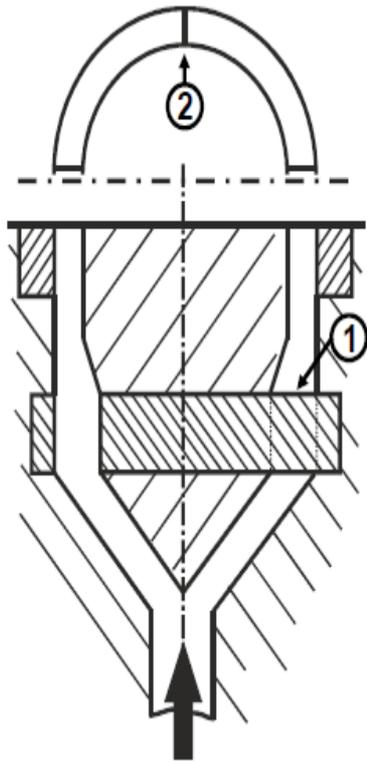
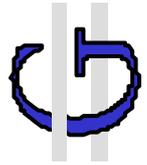
- Fließkanäle müssen hohl und barrierefrei sein
- Fließkanäle müssen poliert sein
- Blasformdüsen müssen am Ende konisch sein
- Düsen werden zum Zentrieren verschoben

**➔ Sollten von Zeit zu Zeit in Frage gestellt werden!**

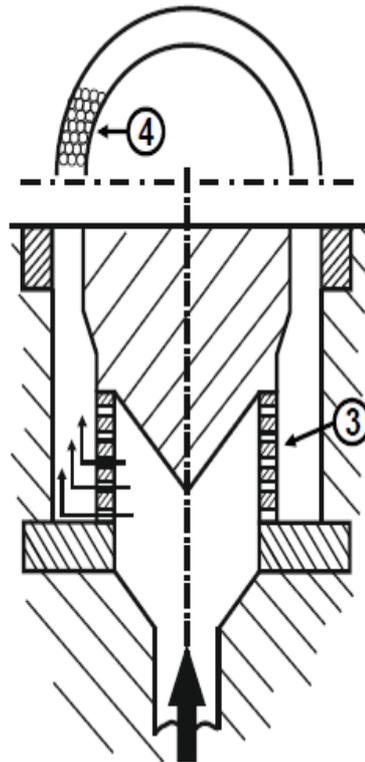


**Fließkanäle müssen  
hohl und barrierefrei sein !!!**

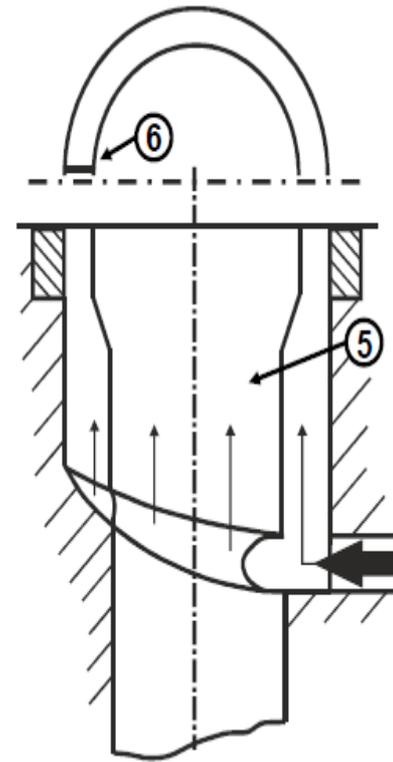
# „Fließkanäle müssen hohl sein!“



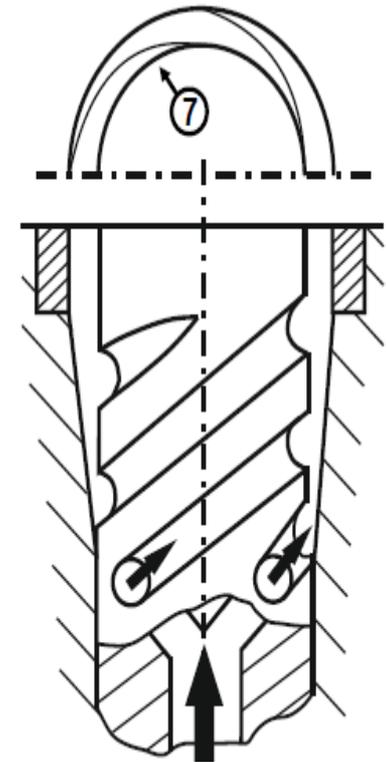
Stegdornhalter



Siebkorb

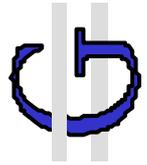


Pinole

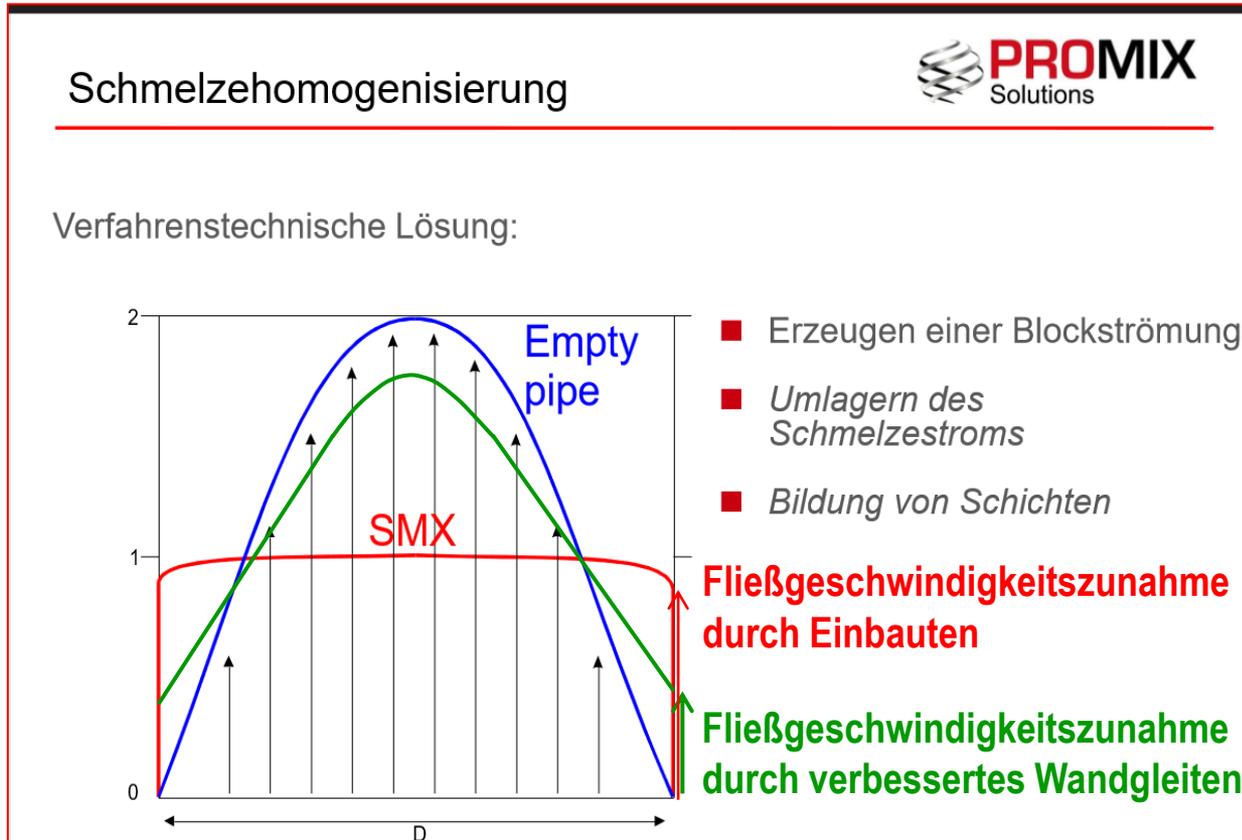


Wendelverteiler

Quelle: Dissertation O. te Heesen, Universität Duisburg-Essen

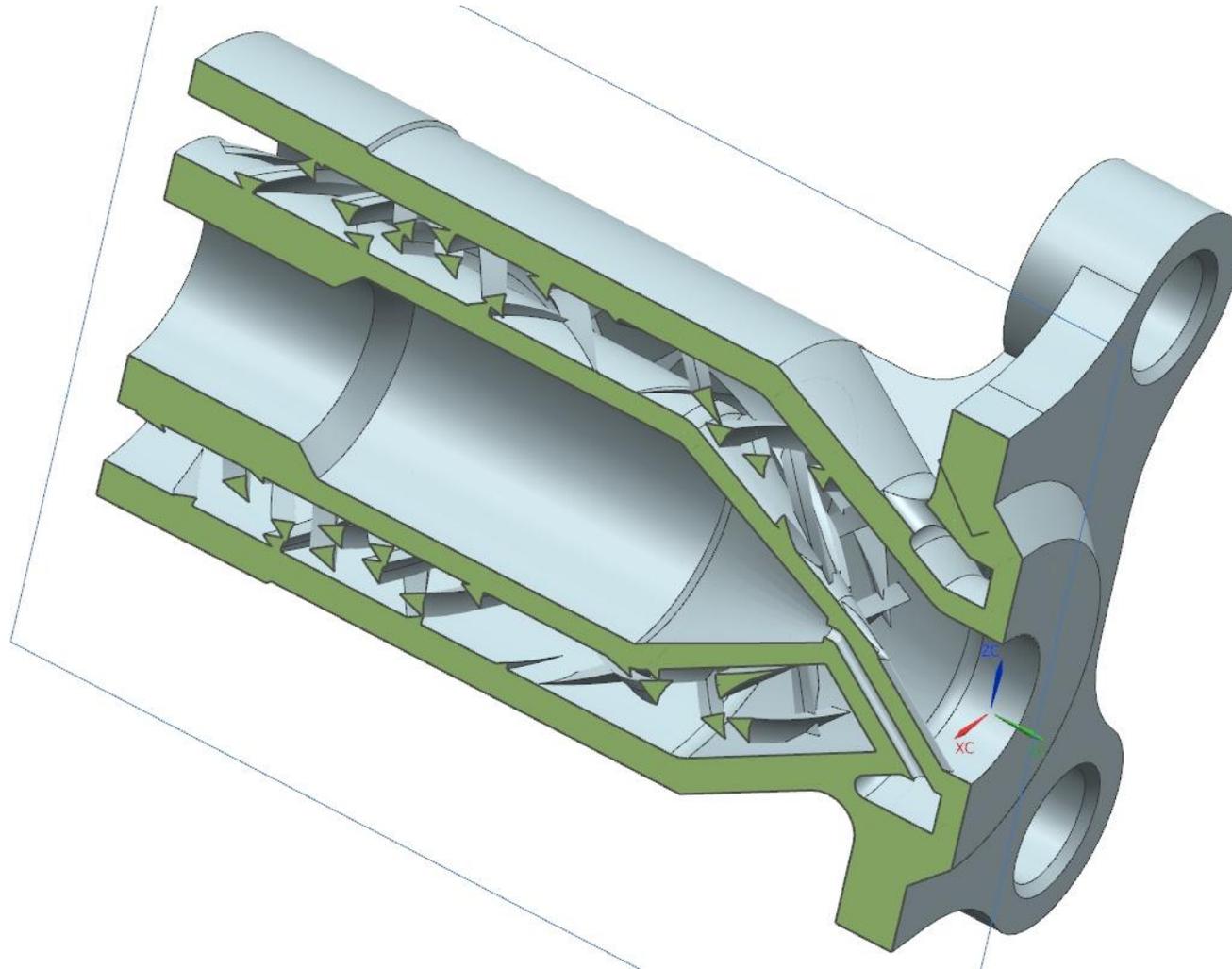
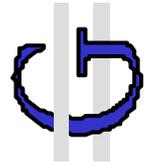


## Fließkanäle in Blasköpfen sind hohl !!!

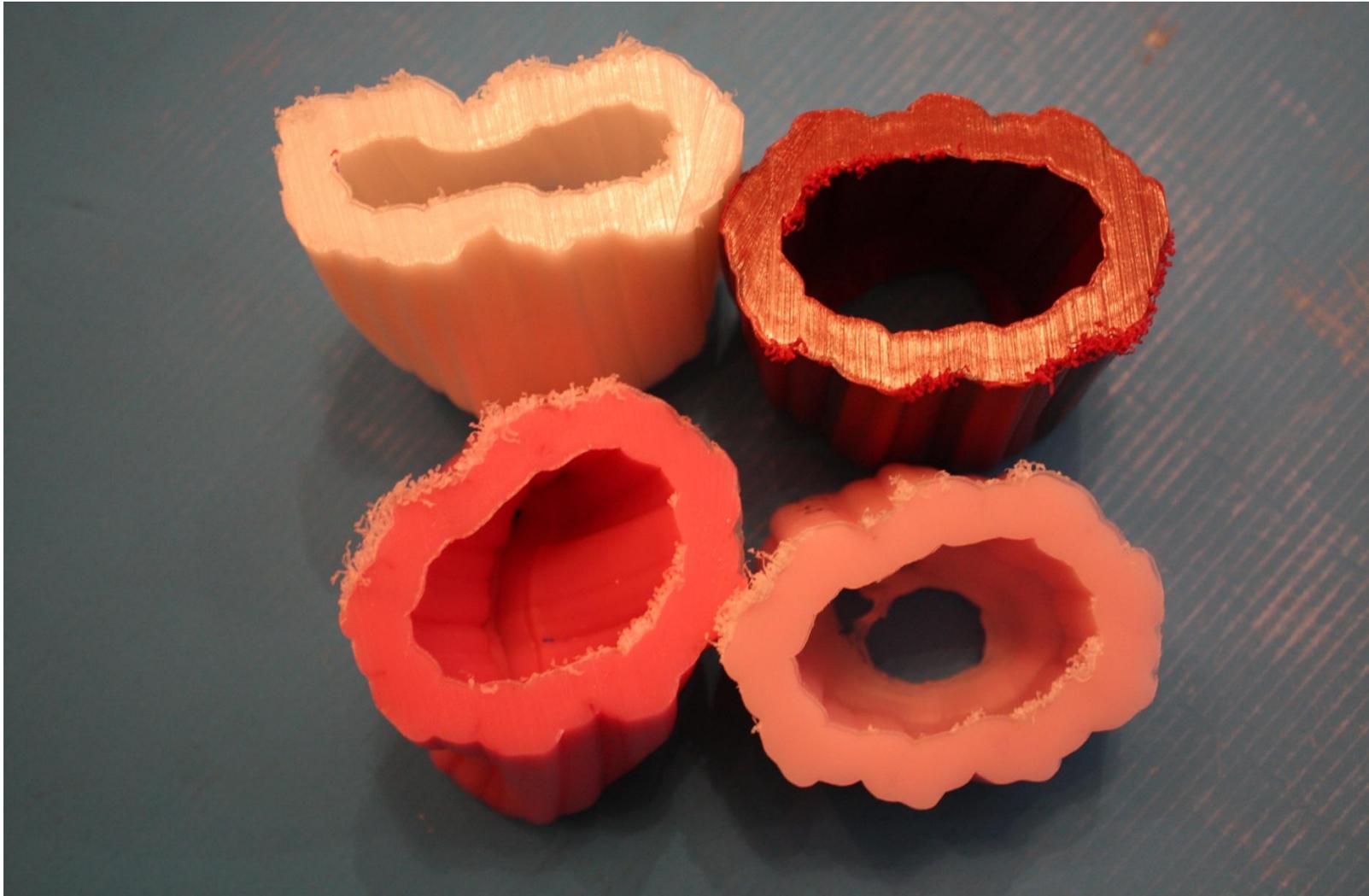


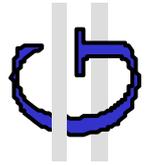
Quelle: C. Schlummer, SKZ Blasformen 2016

# Blaskopf, bei dem der Dorn an Mischerstegen aufgehängt ist



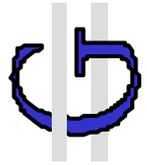
# Farbwechselfersuch mit einem Mischerstegdornhalterkopf (Proben mit homogener Farbe!)





**Fließkanäle müssen  
poliert sein !!!**

# Raue Oberfläche ist kein Problem



## Schnelle Produktwechsel in der Extrusion - Forschung im Exzellenzcluster zeigt bessere Spüleigenschaften bei additiv gefertigten Werkzeugen

Die Herstellung von Kunststoffprofilen und -folien erfolgt mit hochentwickelten Werkzeugen, deren Geometrien genau auf die Fließeigenschaften der Kunststoffe abgestimmt sind.



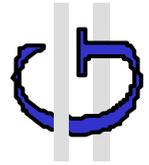
(<http://www.ikv->

[aachen.de/fileadmin/\\_processed\\_/9/2/csm\\_IKV-PM-Schnelle-Produktwechsel-in-der-Extrusion-LR\\_49caaa7834.jpg](http://www.ikv-aachen.de/fileadmin/_processed_/9/2/csm_IKV-PM-Schnelle-Produktwechsel-in-der-Extrusion-LR_49caaa7834.jpg))

Additiv gefertigtes Demonstratorwerkzeug | Foto: IKV / Fröls



# Raue Oberfläche ist kein Problem



## Schnelle Produktwechsel in der Extrusion -

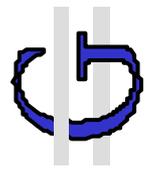
Hier bietet sich die additive Fertigung an: Aus Stahlpulver wird durch lokales Aufschmelzen kompakter Feststoff. Die Verwendung von optischen anstelle von konventionellen mechanischen Bearbeitungsverfahren erhöht die Gestaltungsfreiheit: Einerseits können sehr komplexe Konturen abgebildet werden, andererseits entfällt die Beschränkung auf eine maximale Bearbeitungstiefe. Ein Profilwerkzeug muss also nicht mehr aus zahlreichen Scheiben aufgebaut sein. Diese neue Produktionstechnik erspart Entwicklungs- und Fertigungsaufwand.

Die beim Aufschmelzen des Pulvers zwangsläufig entstehende Rauigkeit der Werkzeugoberfläche ist Fluch und Segen zugleich: Sie muss zwar am Austrittsende des Werkzeugs auf ein geringes Maß gesenkt werden, damit die produzierten Kunststoffoberflächen selber eine akzeptable Oberfläche aufweisen, sie bewirkt aber auch ein deutlich verbessertes Spülverhalten. So konnte bei einem Laborversuch nachgewiesen werden, dass ein Farbwechsel in einem additiv gefertigten Extrusionswerkzeug um 25 Prozent schneller als beim konventionell gefertigten Werkzeug möglich ist.

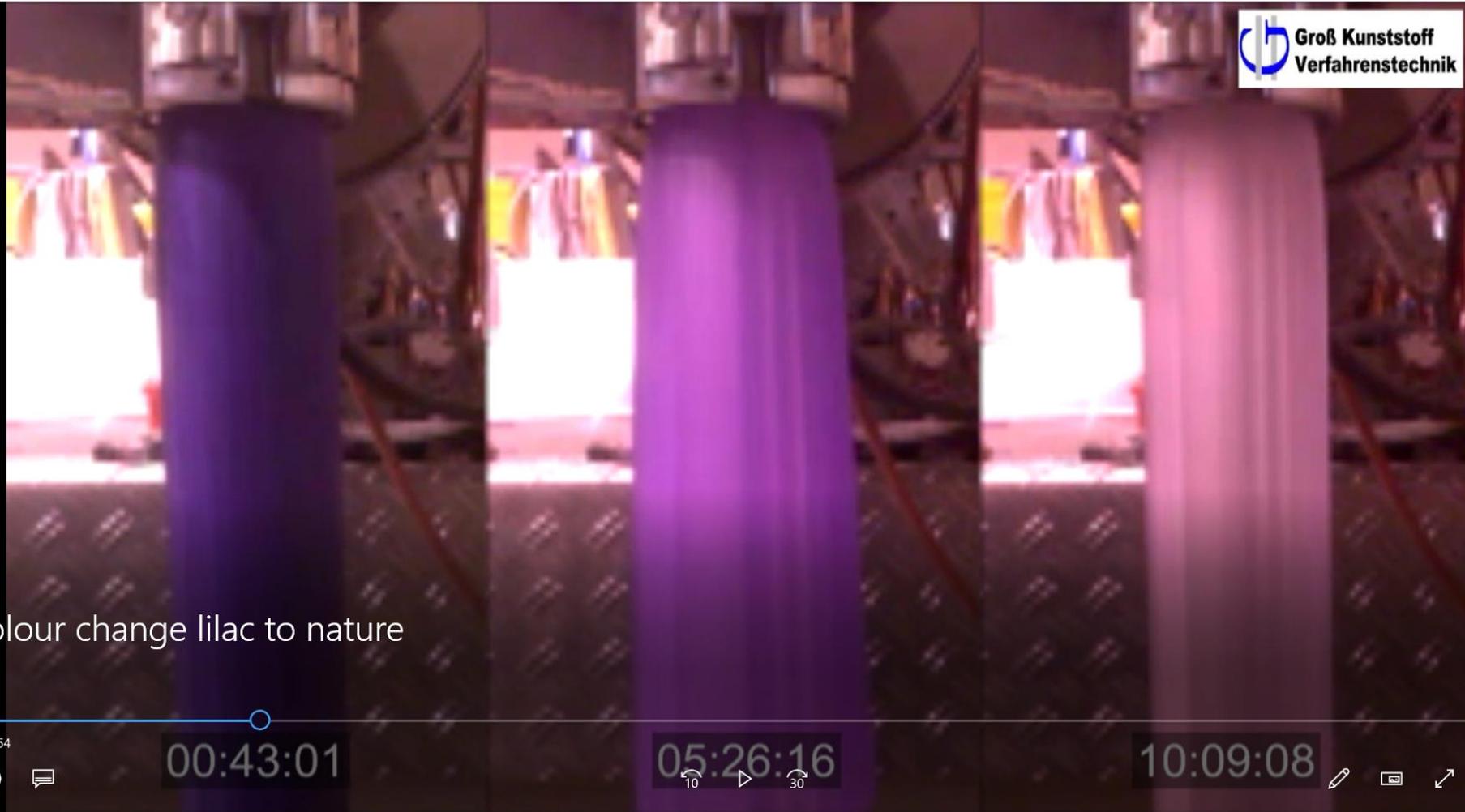
Additiv gefertigtes Demonstratorwerkzeug | Foto: IKV / Fröls



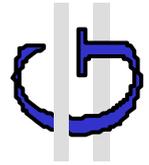
# Farbwechselversuch mit einem Mischerstegdornhalterkopf



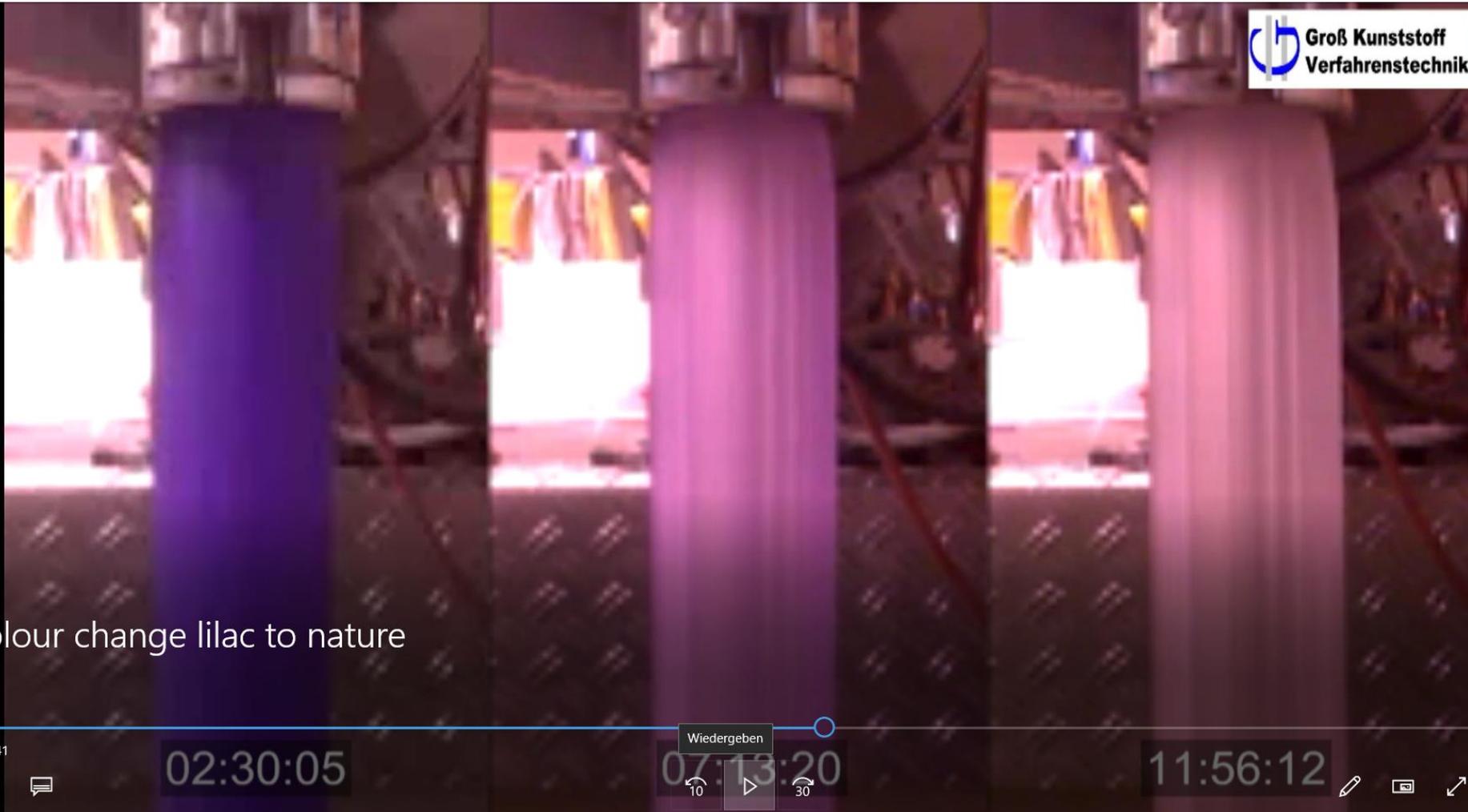
# Farbwechselversuch mit einem Mischerstegdornhalterkopf



# Farbwechselversuch mit einem Mischerstegdornhalterkopf



Groß Kunststoff  
Verfahrenstechnik



Colour change lilac to nature

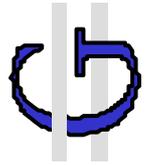
00:02:41

02:30:05

Wiedergeben

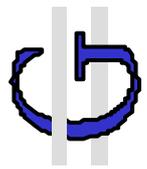
07:13:20

11:56:12

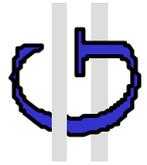


**Blasformdüsen müssen am  
Ende konisch sein !!!**

# Wanddickendifferenzen in den Quetsch- nahtbereichen einer runden Flasche

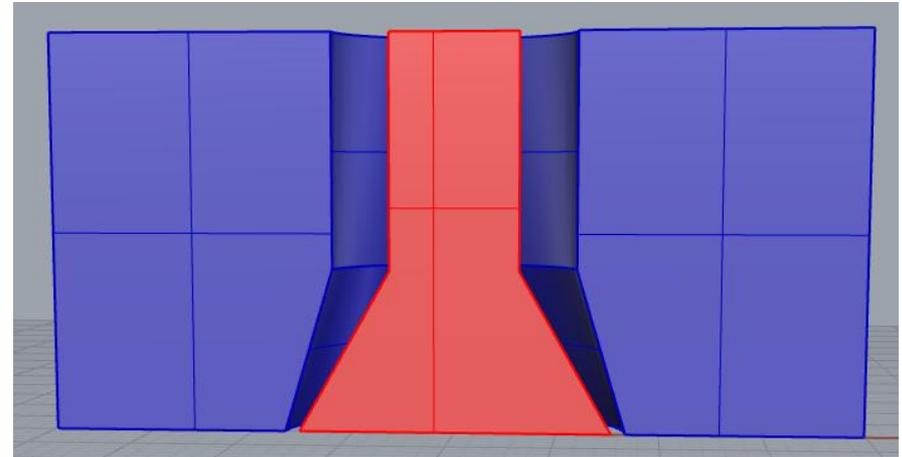


# Vom Menschen bestimmte Grenzen



## (konische Düsen)

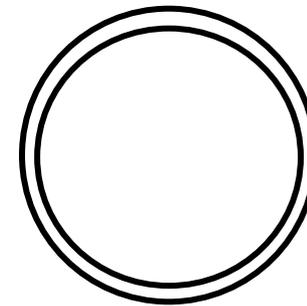
Düse:	konisch
Dorn:	konisch
Düsenpalt:	rund
PWDS/3DX:	nicht möglich
Spalt- verstellung:	nicht zielführend



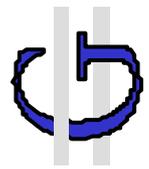
➔ Verfahrensbedingte!?? Wanddicken-  
differenzen am Ende der Quetschnaht!

Nein!!! Die Dickendifferenzen sind  
einzig und allein eine Folge der  
Verwendung einer konischen Düse!!!

Düsenpalt

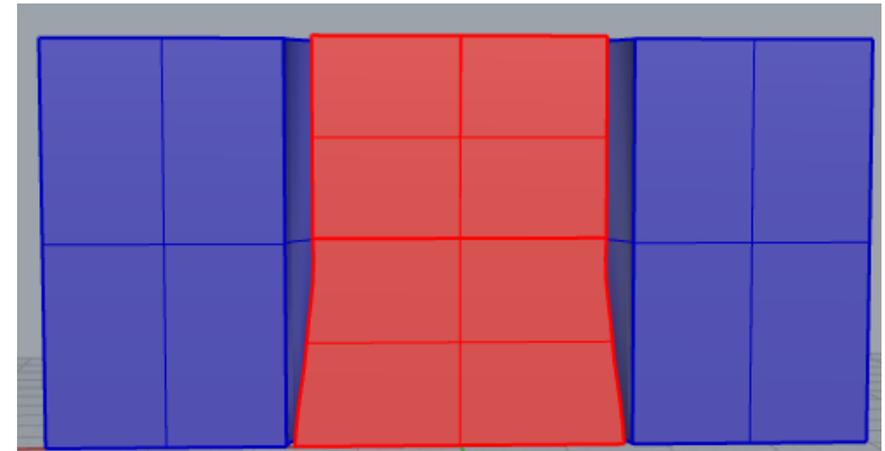


# Überwindung der Grenzen durch Verletzung des “Fachwissens!???”



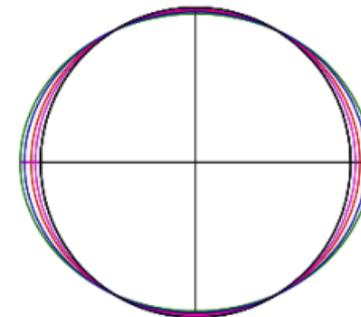
Düse:	zylindrisch
Dorn:	profiliert
Düsenpalt:	variabel
PWDS/3DX:	nicht möglich
Spalt- verstellung:	Düse/Dornver- schiebung

## GWDS-Düse

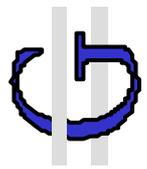


Düsenpalt

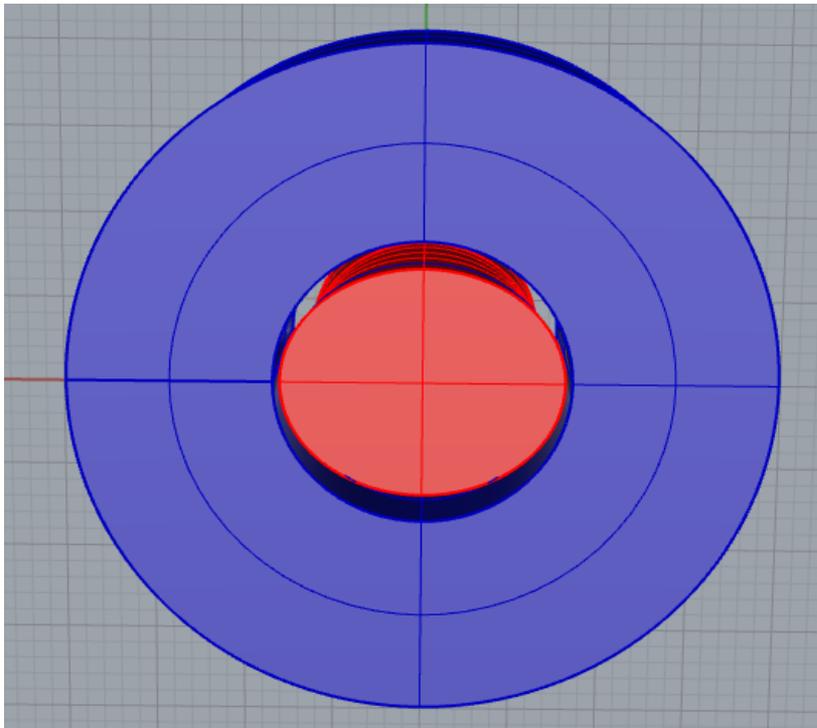
**➔ Deutlich verringerte  
Dickendifferenzen in den  
Quetschnahtbereichen !!!**



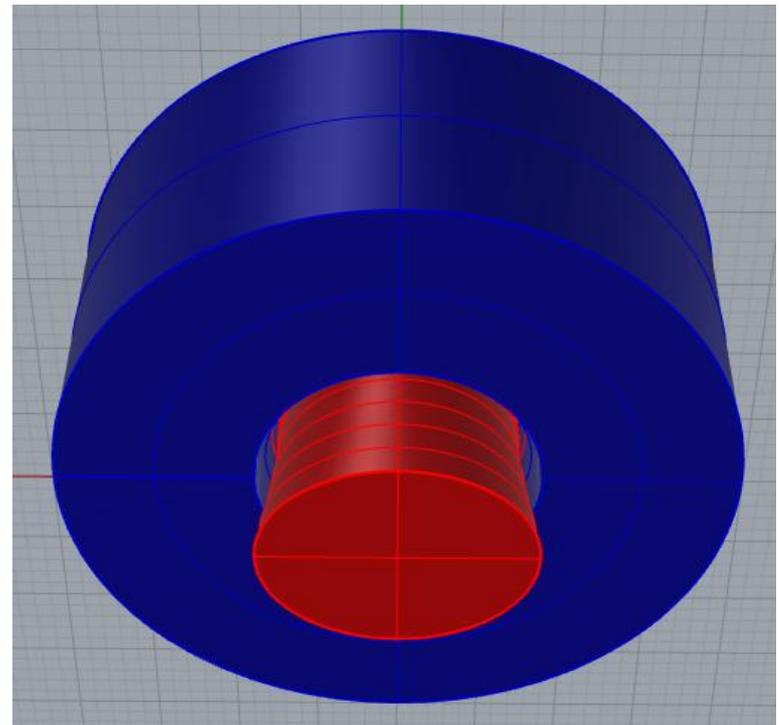
# Lösung für das Wanddickenproblem im Bereich der Quetschnaht



## Zylindrische GWDS-Düse



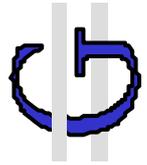
Position für die Quetschnaht



Position für die übrige Flasche

# Vom Menschen bestimmte Grenzen

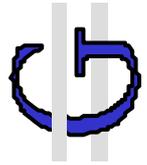
(konische Düsen)



## Wanddickenoptimierung eines Kanisters

**Nur auf Grund der Tatsache, dass darauf beharrt wird, dass eine Blasformdüse konisch sein muss, wird ein sehr teures und wartungsintensives PWDS-System benötigt, um Wanddickenverteilungen zu erreichen, die durchaus noch **verbesserungswürdig** sind!**

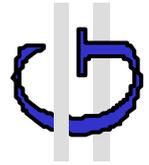
# Vom Menschen bestimmte Grenzen (SFDR und PWDS)



- SFDR:** Die Möglichkeit erforderliche Geometrien zu realisieren sind extrem eingeschränkt
- Der Ring kann nur nach außen gedrückt werden
  - Die Bruchdehnung lässt nur geringe Geometrieänderungen zu
  - Wendepunkte in der Ringgeometrie sind nicht möglich

- PWDS:** Die Möglichkeit erforderliche Geometrien zu realisieren sind extrem eingeschränkt
- Die Bruchdehnung lässt nur geringe Geometrieänderungen zu
  - Die Düse kann maximal über vier Punkte deformiert werden
  - Die natürliche Biegelinie verhindert nah benachbarte Geometrieänderungen
  - Die schlechte Relation zwischen den Kosten und dem Nutzen macht das System bei vielen Artikeln unwirtschaftlich

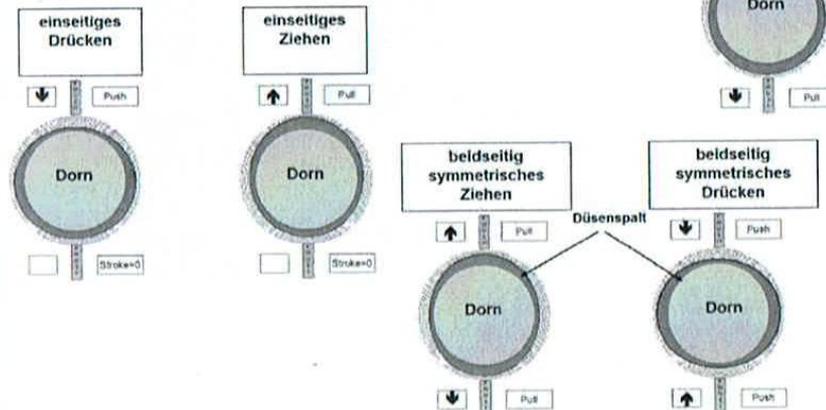
# Vom Menschen bestimmte Grenzen (konische Düsen/SFDR/PWDS)



## Die Partielle Wanddickensteuerung (PWDS)

### Funktionsweise

- Dynamische Anpassung der Wanddickenverteilung des Vorformlings in Umfangrichtung
  - Änderung des Düsenpaltes durch Verformung des Düsenaußenringes
- Kombination mit Standard-Dorn oder SFDR (Statisch Flexibler Deformierbarer Ring) möglich

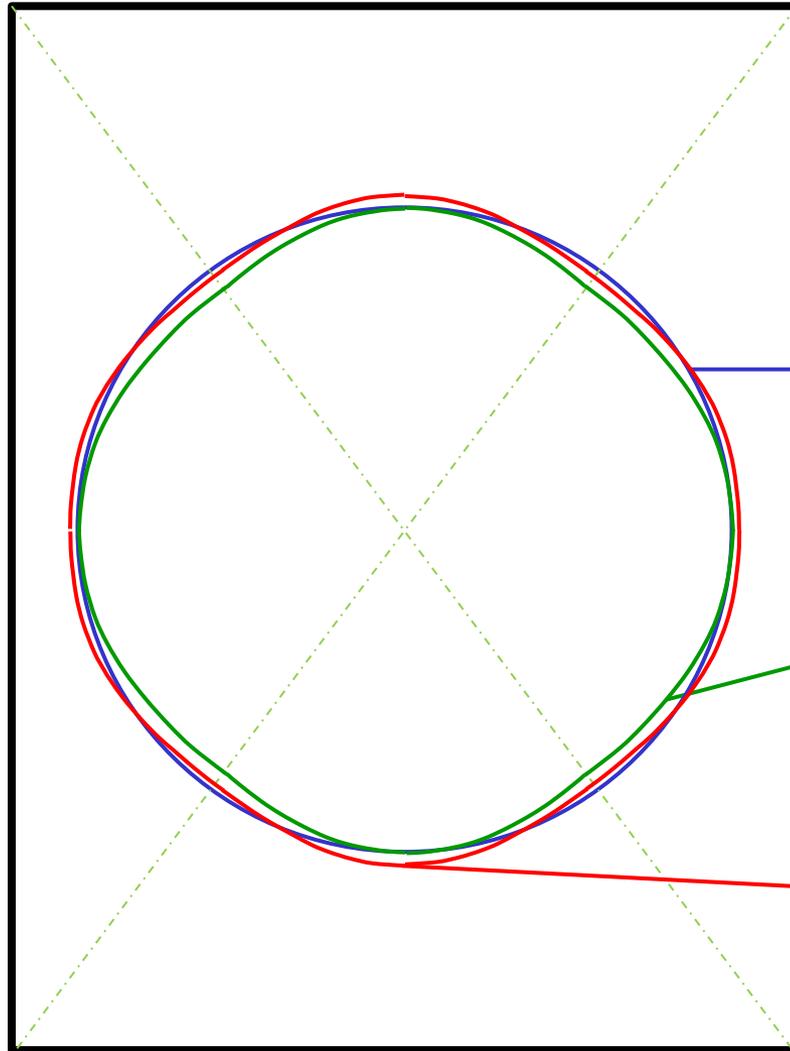
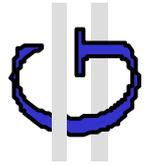


Quelle Fotos: Thielen, Hartwig, Gust - Blasformen von Kunststoff-Hohlkörpern

Quelle: O. Bruch, D. Grommes, H. Feuerherm, SKZ Blasformen 2015

# Vom Menschen bestimmte Grenzen

(SFDR)



Grundfläche eines Kanisters

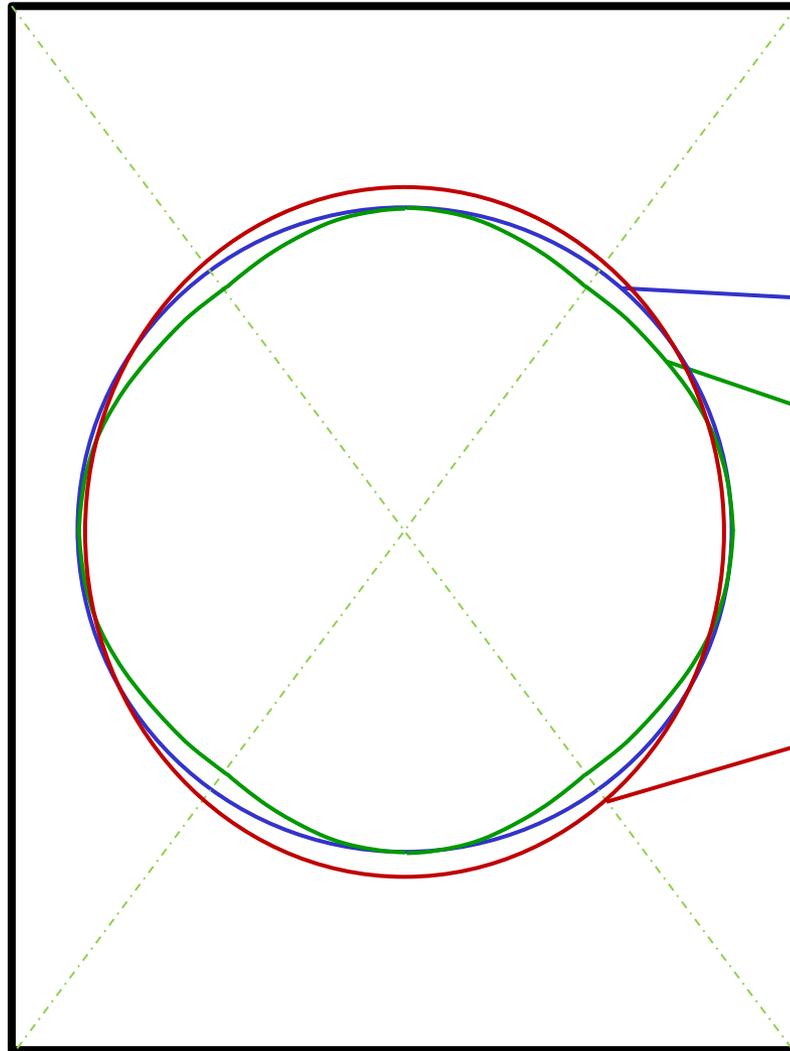
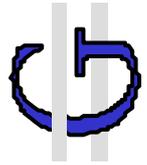
Ausgangsgeometrie  
(runder Dorn)

Optimale Profilierung

Profilierung, die mit einem  
SFDR realisiert werden  
kann

# Vom Menschen bestimmte Grenzen

(PWDS)



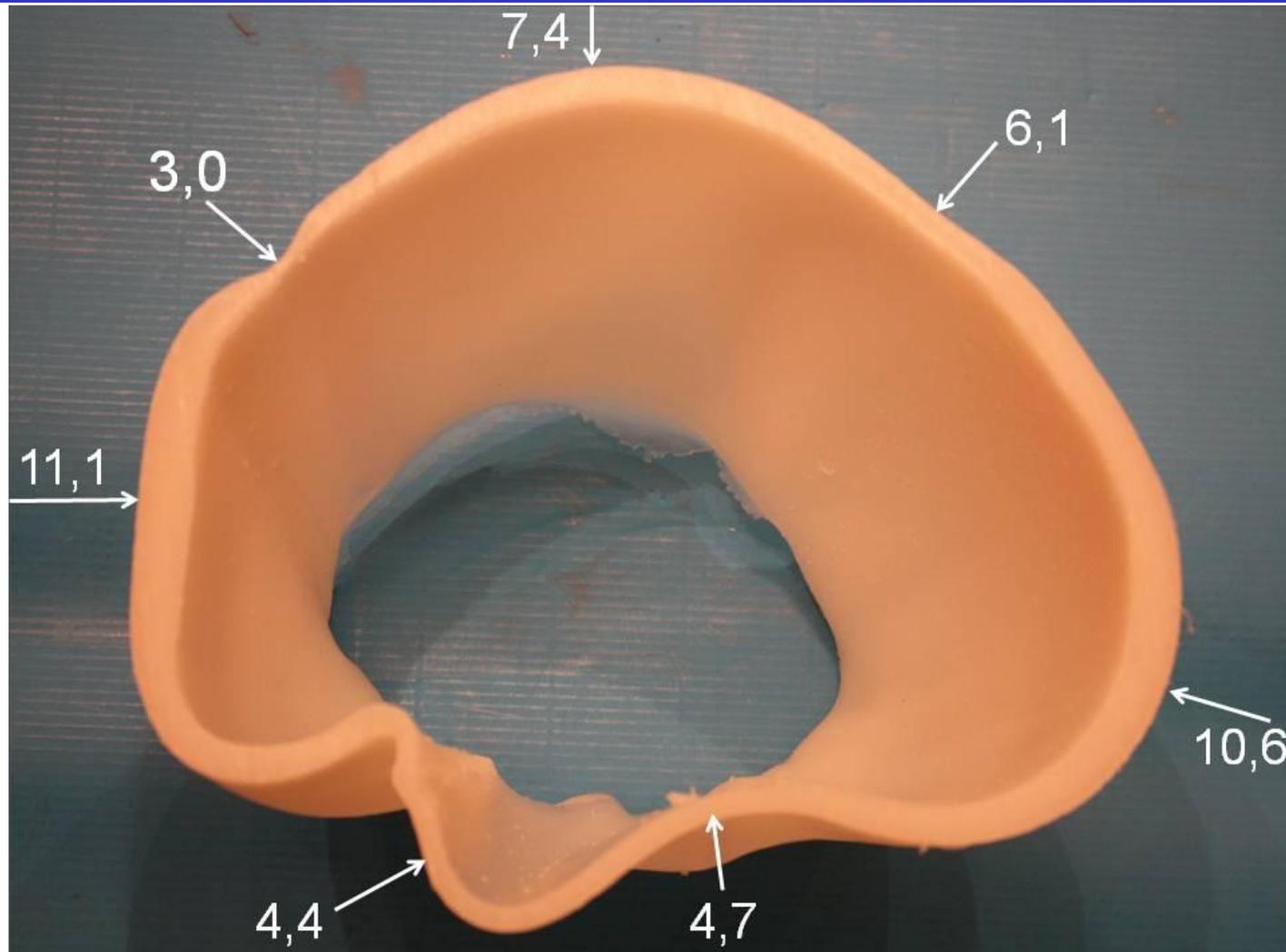
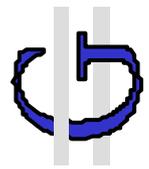
**Grundfläche eines Kanisters**

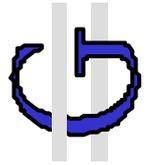
**Ausgangsgeometrie  
(runder Dorn)**

**Optimale Profilierung**

**Profilierung, die mit einem  
PWDS realisiert werden  
kann**

# Dickenverteilung, die unter Mißachtung des „Fachwissens“ (zylindrische GWDS-Düse) realisiert wurde

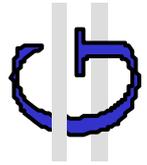




**Düsen werden zum Zentrieren  
verschoben !!!**

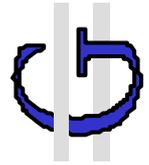
# Nachteile, die beim Verschieben in Kauf genommen werden müssen

---

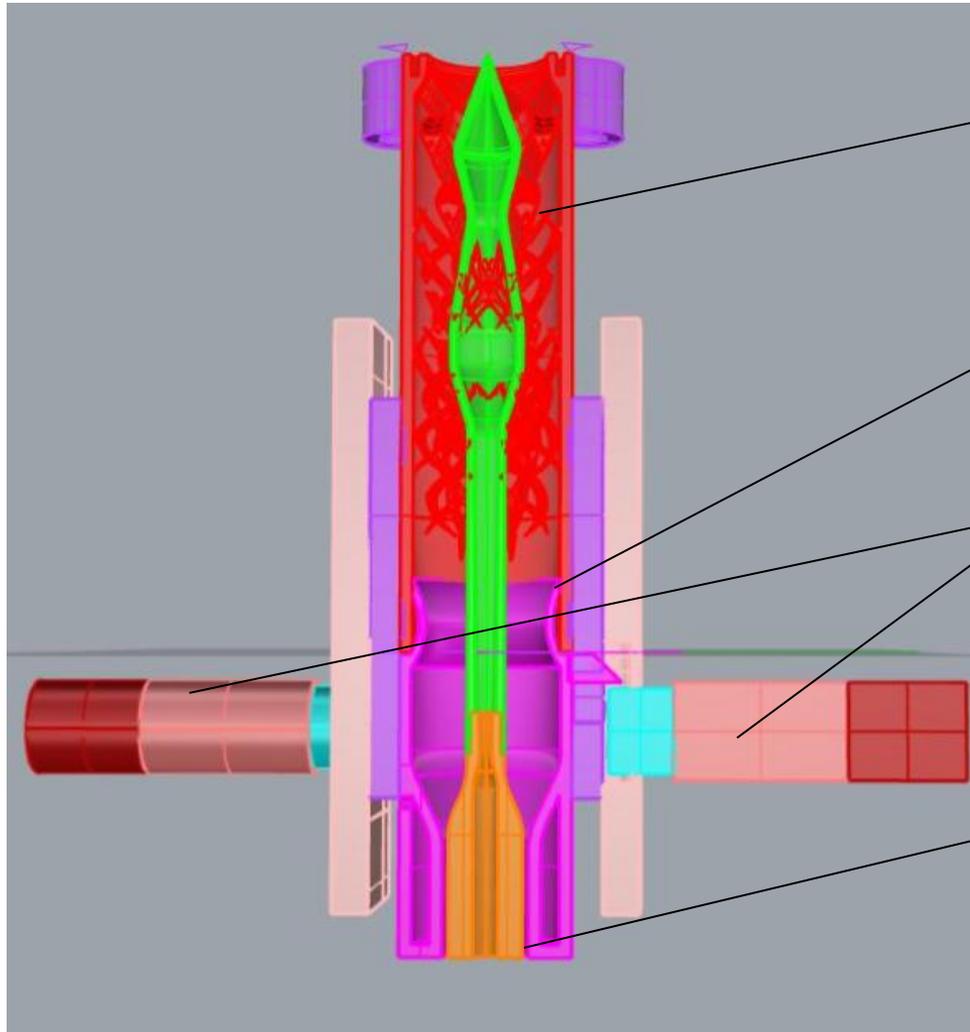
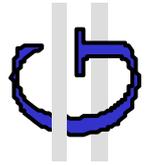


- Düsen können nicht zentrisch montiert werden
- ➔ Müssen nach der Montage vorzentriert werden
- Feinfühligere Verstellungen sind kaum realisierbar
- Positionen können nicht reproduziert werden
- Im Fließkanal werden Totstellen erzeugt
- Gefahr von Verschleiß und Leckagen
- Ist nur mit viel Aufwand automatisierbar

# Video Kippdüse



# Schnitt durch einen Mischerstegdornhalterkopf mit GWDS-Düse und Kippgelenk



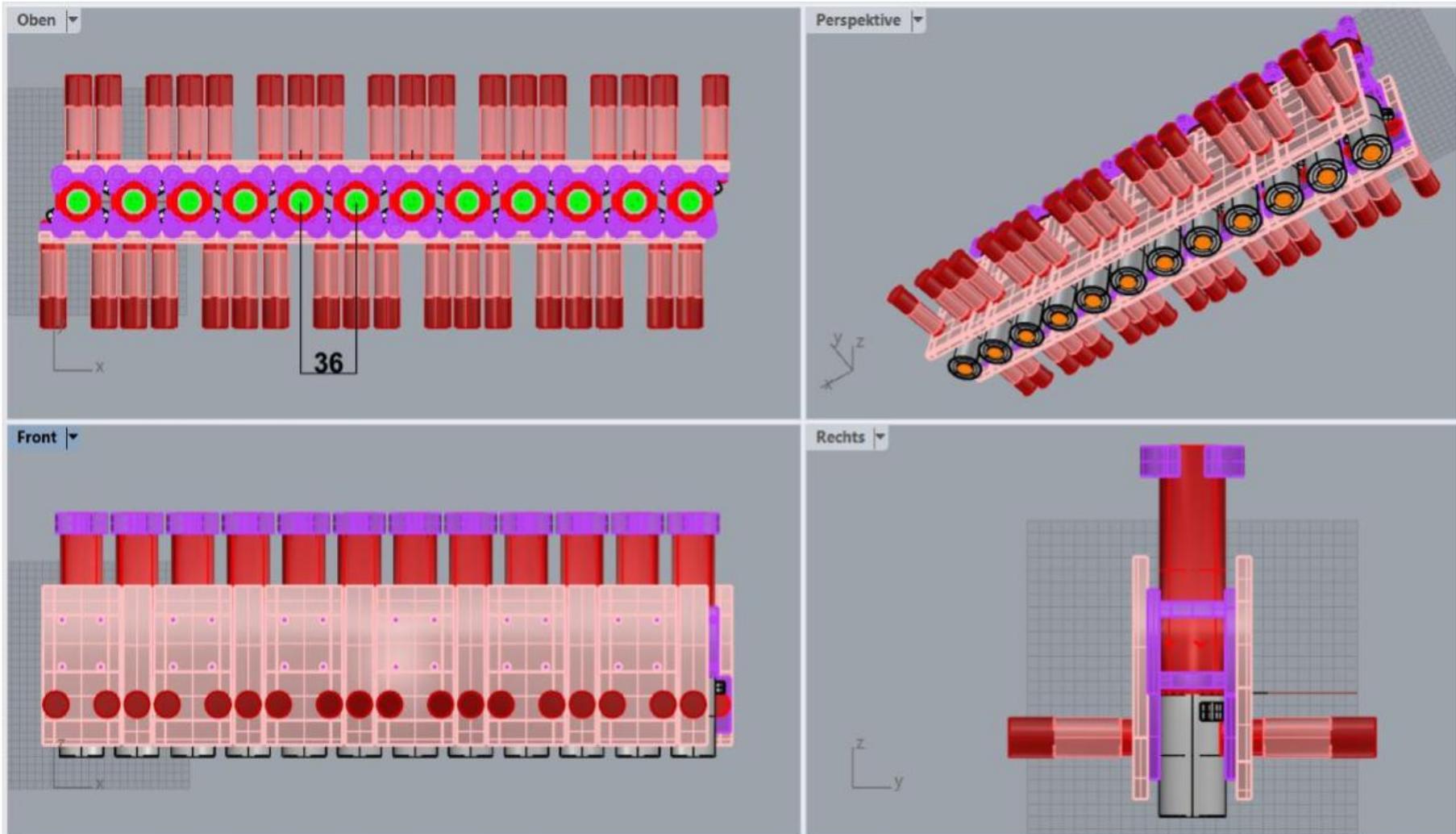
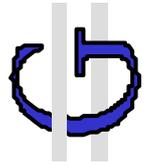
Mischstege

Kippgelenk

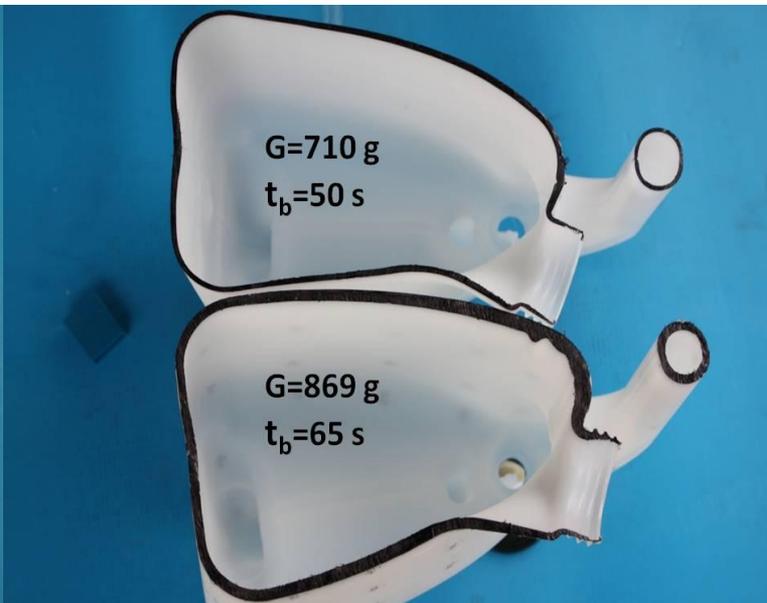
Stellantriebe zum Zentrieren der Düse

Zylindrische GWDS-Düse

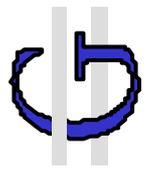
# 12-fach Mischerstegdornhalterkopf mit GWDS-Düse und motorischer Kippzentrierung für jede Düse



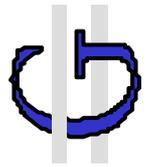
# Verbesserungen mit zylindrischen GWDS-Düsen im Vergleich zur konv. Fertigung



# Chancen, wenn man festgeschriebene Grundregeln hinterfragt und neue Lösungen verwendet



- **Der Prozess wird einfacher, reproduzierbarer, wartungsfreundlicher und unanfälliger gegenüber Störungen**
- **Blasköpfe können viel schneller gefertigt werden**
- **Düsen müssen nach der Montage nicht mehr vorzentriert werden**
- **Düsen lassen sich vom Steuerpult aus reproduzierbar zentrieren**
- **Durch erweiterte Möglichkeiten der Wanddickenbeeinflussung sind bisher unerreichte Produktqualitäten realisierbar**
- **Geringere Wanddickenunterschiede verkürzen die Zykluszeit**
- **Farbwechsel lassen sich entscheidend verkürzen**
- **Verbesserte Blasköpfe lassen sich bei beachtlich geringeren Fertigungskosten herstellen**



---

**Was steht der teilweise doch  
überzeugenden Verbesserung des  
Blasformverfahrens im Weg?**

**Der Mensch, der sich nicht traut, alte  
langjährig bewährte inzwischen aber  
überholte Lösungen zu verlassen und  
neue Wege zu erkunden!**