

Vorlesungstermine Kunststofftechnik

WS 13/14 – Di 15:45 Uhr bis 19:00 Uhr, V 47.02



Datum	Titel / Inhalt
29.10.13	Einleitung / Polymerchemie und Werkstoffmodelle
05.11.13	Verhalten in der Schmelze
12.11.13	Verhalten als Festkörper
19.11.13	Gezielte Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften / Kunststoffaufbereitung
26.11.13	Einflüsse auf die Eigenschaften
03.12.13	Einführung in die Extrusion
10.12.13	Einführung in das Spritzgießen
17.12.13	Verarbeitung von vernetzenden Formmassen / Faserkunststoffverbunde
<i>Vorlesungsfreie Zeit: 23.12.13 bis 06.01.14</i>	
07.01.14	Einführung in die Weiterverarbeitung
14.01.14	Einführung in das Konstruieren mit Kunststoffen
21.01.14	Kunststoffe und Umwelt
<i>Prüfungsvorbesprechung 04.02.14 um 15.45 Uhr; Prüfung am 13.02.2014</i>	

Vorherige Vorlesung

Einflüsse auf die Eigenschaften

Bestehen Fragen zum vorherigen Vorlesungstermin?



Schmelzverhalten

Festkörperverhalten

Einflüsse auf die
Eigenschaften



Extrusion

Spitzgießen

vernetzenden
Formmassen

Weiterverarbeitung

Konstruieren mit Kunststoffen
Kunststoffe und Umwelt

Laut DIN 8580 ist die Fertigungstechnik in 6 Hauptgruppen unterteilt. Bei der Herstellung von Kunststoffbauteilen nutzen wir in der Kunststofftechnik allerdings nicht den Begriff Fertigungstechnik. Der Begriff Verarbeitungstechnik beschreibt eher den Charakter eines verfahrenstechnischen Prozesses, der zur Transformation von Kunststoffgranulat zum fertigen Bauteil abläuft.

Schaffen der Form	Ändern der Form				Ändern der Stoffeigenschaften
Zusammenhalt schaffen	Zusammenhalt beibehalten	Zusammenhalt vermindern	Zusammenhalt vermehren		Hauptgruppe 6 Stoffeigen-schaftändern
Hauptgruppe 1 Urformen	Hauptgruppe 2 Umformen	Hauptgruppe 3 Trennen	Hauptgruppe 4 Fügen	Hauptgruppe 5 Beschichten	

Die Urformprozesse benötigen in der Großserie immer ein Werkzeug zur Formgebung. Diese Werkzeuge sind zusammen mit den Kunststoffverarbeitungsmaschinen entscheidende Fertigungsmittel bei der Herstellung von Kunststoff-Serienteilen. Wegen der oft erheblichen Drücke und Temperaturen, die bei der Schmelzverarbeitung auftreten, sind spezielle Werkzeugstähle und Zuhaltemechanismen erforderlich. Diese Werkzeugstähle und die hohe Präzision machen die Werkzeuge sehr robust, aber auch recht teuer, so dass sich Kunststoffverarbeitungsprozesse meist nur lohnen, wenn viele Produkte hergestellt werden.



Kunststofftechnik

Verarbeitungstechnik:

Einführung in die Extrusion

Prof. Dr.-Ing Christian Bonten

Institut für Kunststofftechnik
Böblinger Straße 70
70199 Stuttgart

Lernziele

Nach dieser Veranstaltung sollten Sie...

- die Extruderbauarten und ihre Fördercharakteristik erläutern...
- den Extruder in Zonen einteilen...
- die Verfahren zur Extrusion von Rohren, Profilen, Platten, Folien, und Schäumen unterscheiden und erklären...

... können

Extrusion

Extruderarten

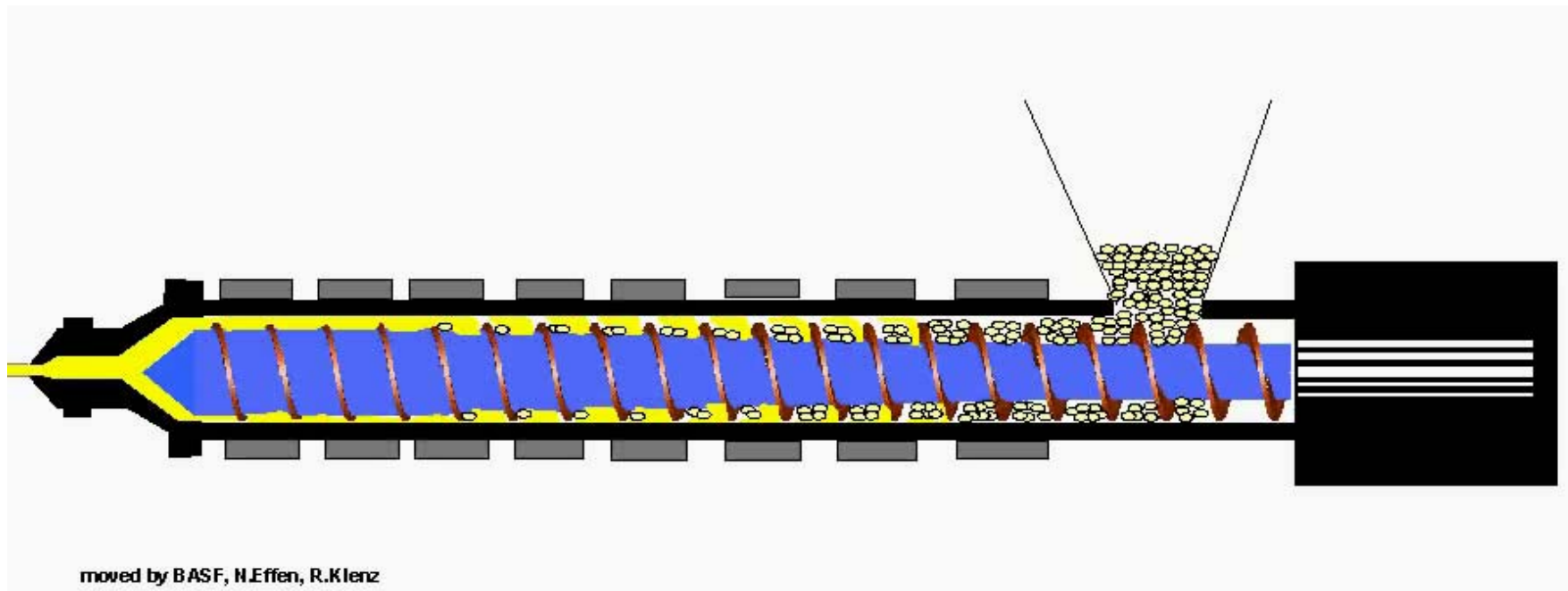
Extruderaufbau

HELIBAR® - Sonderverfahren

▪ **Extrusionswerkzeuge**

Coextrusion

„extrudere“ = [lat.] hinausstoßen, hinausdrücken
Rohstoff wird aufgeschmolzen und kontinuierlich ausgestoßen



Extrusion

Extruderarten

- Doppelschneckenextruder (Aufbereitung)
- **Einschneckenextruder (Verarbeitung)**

Extruderaufbau

HELIBAR® - Sonderverfahren

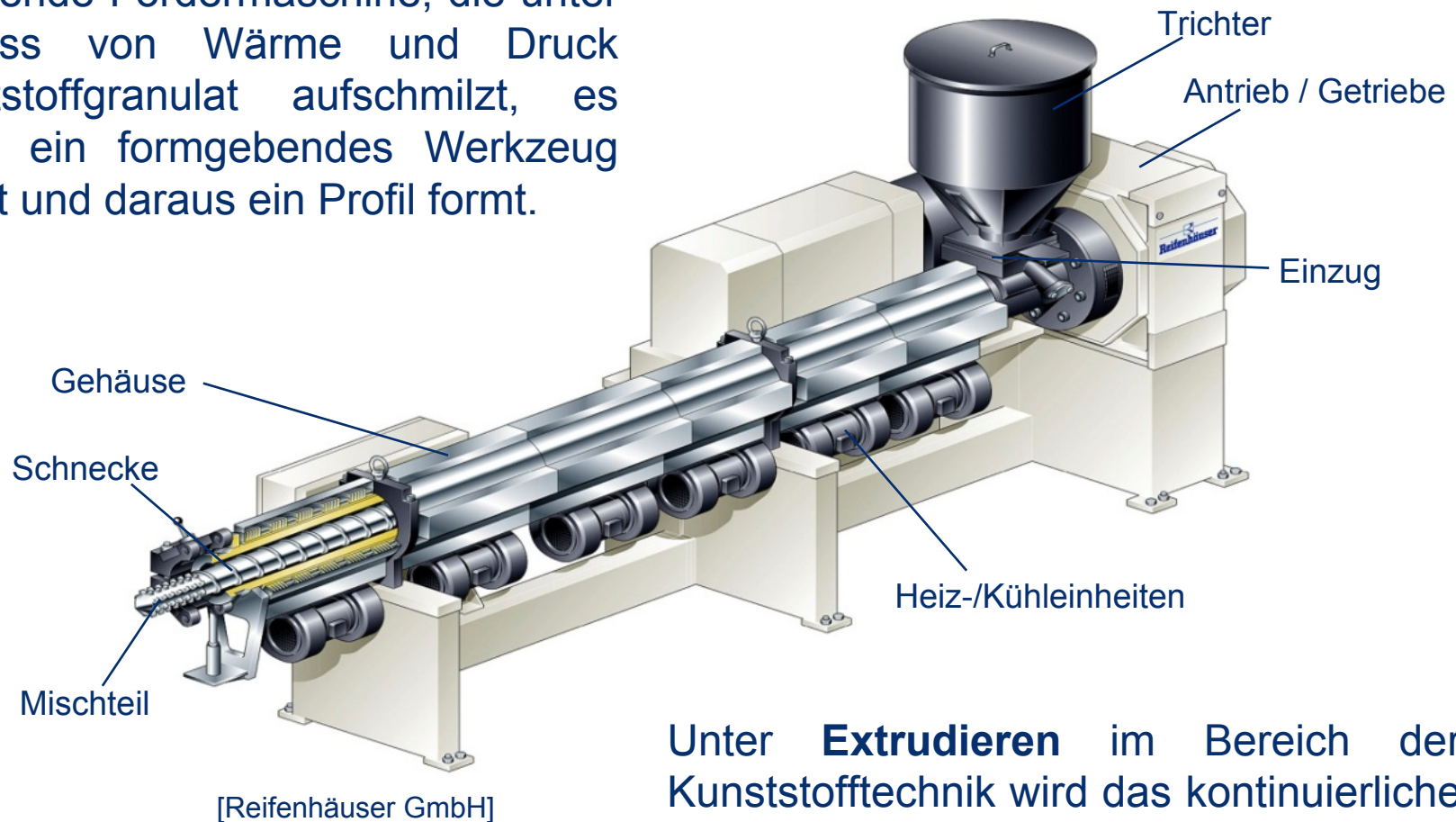
Extrusionswerkzeuge

Coextrusion

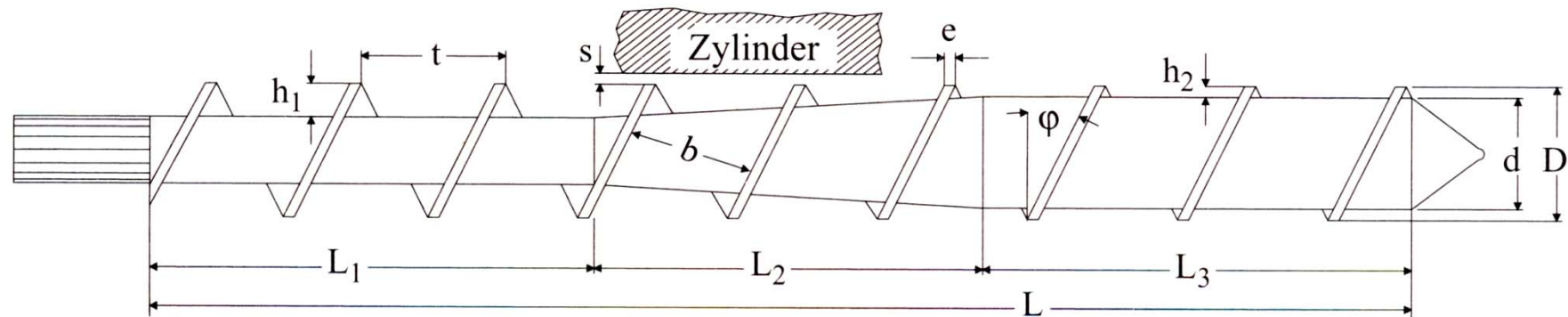


Schema eines Einschneckenextruders

Der **Extruder** ist eine kontinuierlich arbeitende Fördermaschine, die unter Einfluss von Wärme und Druck Kunststoffgranulat aufschmilzt, es durch ein formgebendes Werkzeug presst und daraus ein Profil formt.



Unter **Extrudieren** im Bereich der Kunststofftechnik wird das kontinuierliche Austragen von Kunststoffschmelze zu einem endlosen Halbzeug verstanden.



Einzugszone

- Material aufnehmen
- fördern
- verdichten
- vorwärmen

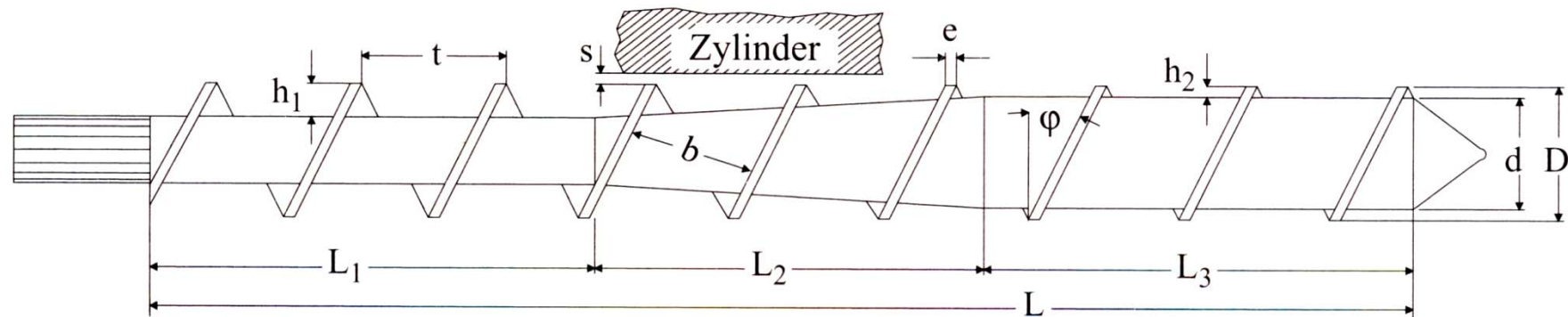
Umwandlungs- oder Kompressionszone

alle Zwischenzustände vom Rohzustand bis zur Schmelze

Ausstoßzone

- Homogenisieren
- Druck aufbauen

Konventionelle Dreizonenschnecke



Verhältnis von Länge **L** zu Durchmesser **D** eines Extruders ist ein charakteristisches Unterscheidungsmerkmal.

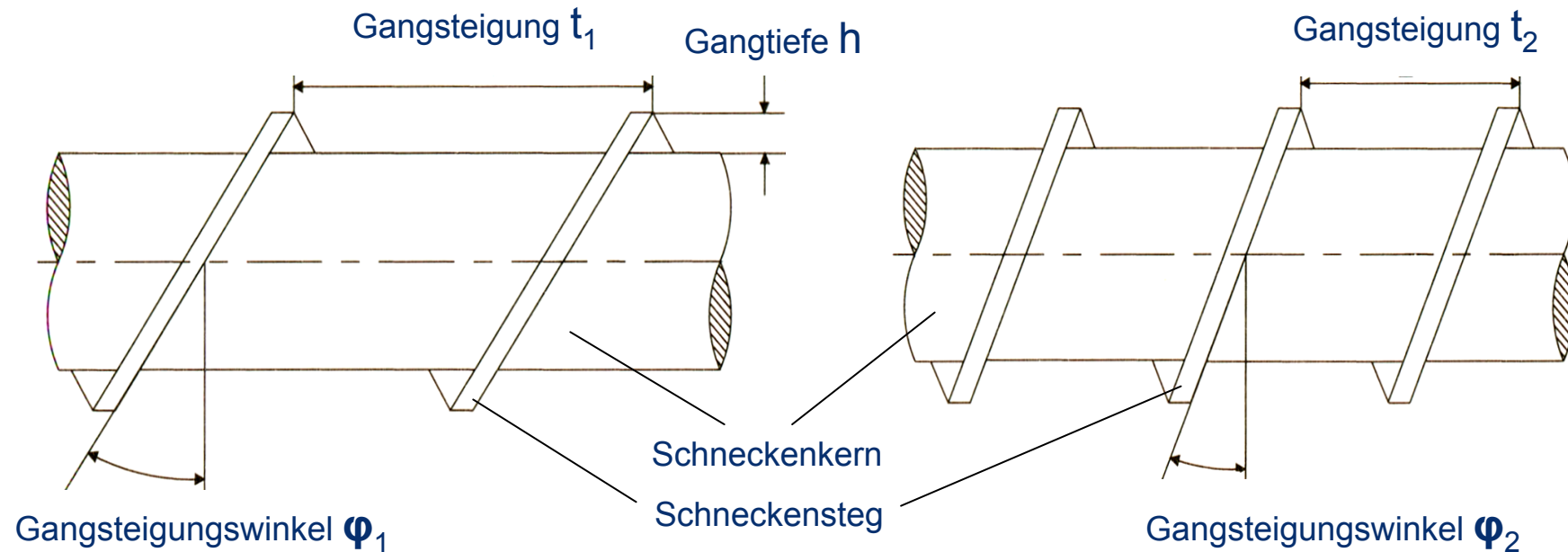
Beispiel: 90-25D oder 90/25D

Bedeutet: Schneckendurchmesser $D = 90 \text{ mm}$
 Schneckenlänge $= 25 \times 90 = 2250 \text{ mm}$

Legende:

D = Schneckendurchmesser;
d = Kerndurchmesser;
h = Gangtiefe;
e = Stegbreite;
s = Schneckenspiel;

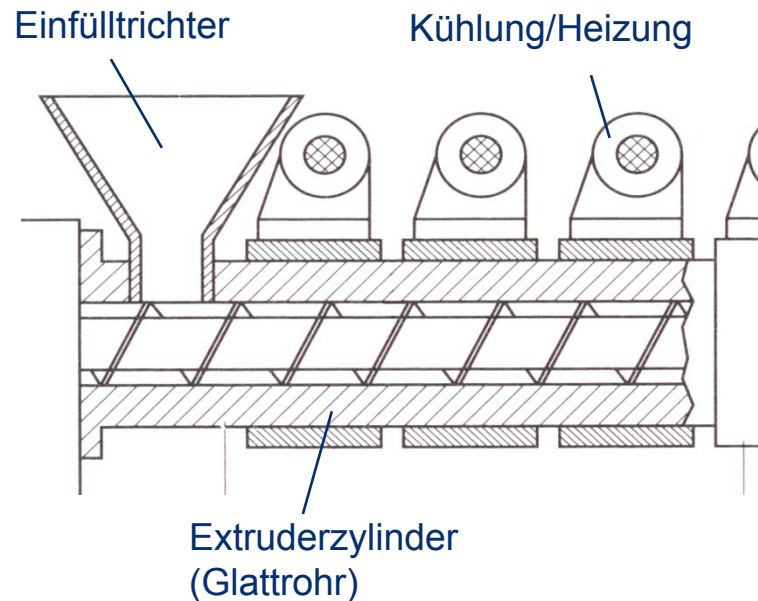
t = Gangsteigung;
 ϕ = Gangsteigungswinkel;
b = Gangbreite;
L = Länge



- Je größer h , desto mehr Material wird gefördert.
- Je größer φ , desto größer ist t_1 .
- Je größer t_1 , desto kleiner ist der aufgebaute Druck.

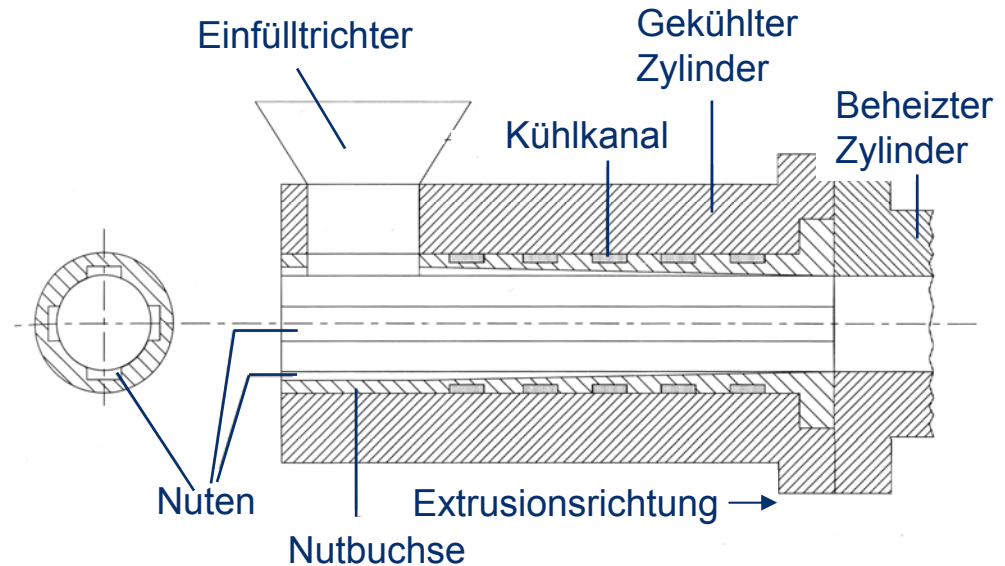
Vergleich der beiden Extruderkonzepte

Glattrohr (konventionell)



- glatter Zylinder im Bereich der Einzugszone
- üblicherweise Drei-Zonen-Schnecke
- Ausstoßmenge ist vom Werkzeugegendruck abhängig

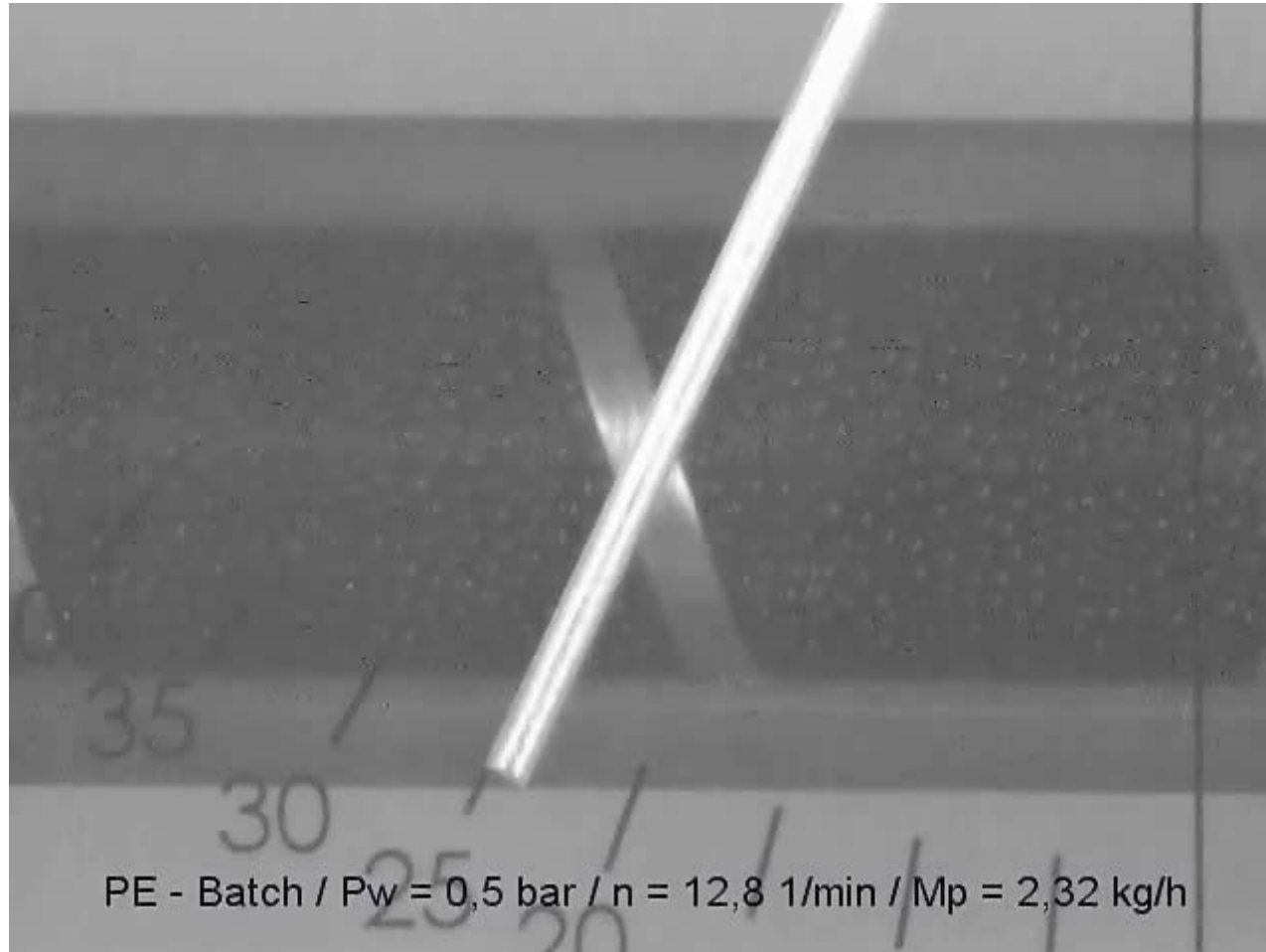
Nutbuchsensextruder



- Nuten verhindern die Drehbewegung der Granulatkörner mit der Schnecke
- Das Material wird **zwangsgefördert**
- Ausstoßmenge ist vom Werkzeugegendruck unabhängig
- Befindet sich Schmelze in den Nuten, funktioniert das Förderprinzip nicht mehr

Vergleich der beiden Extruderkonzepte

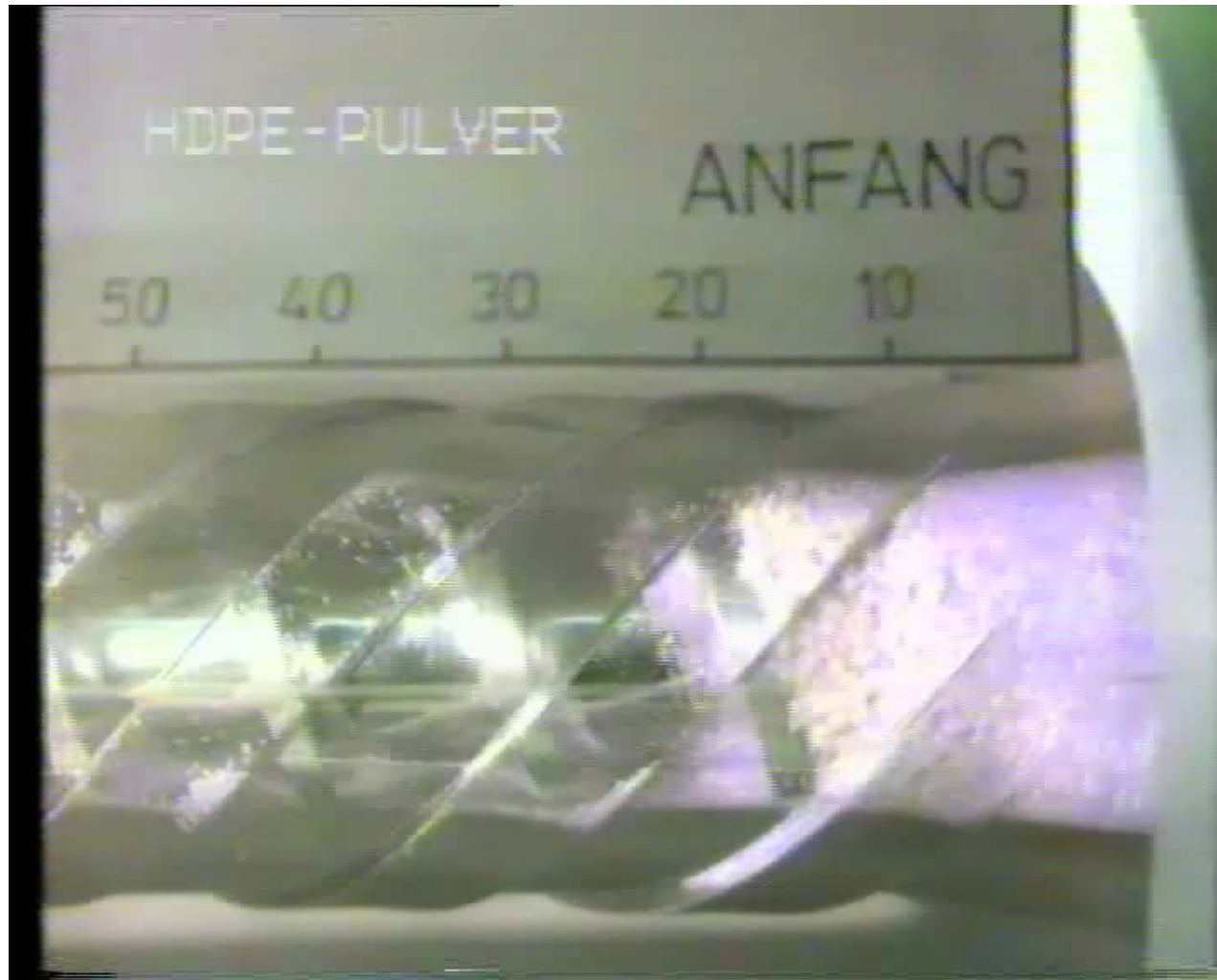
Konventioneller (Glattrohr-) Extruder

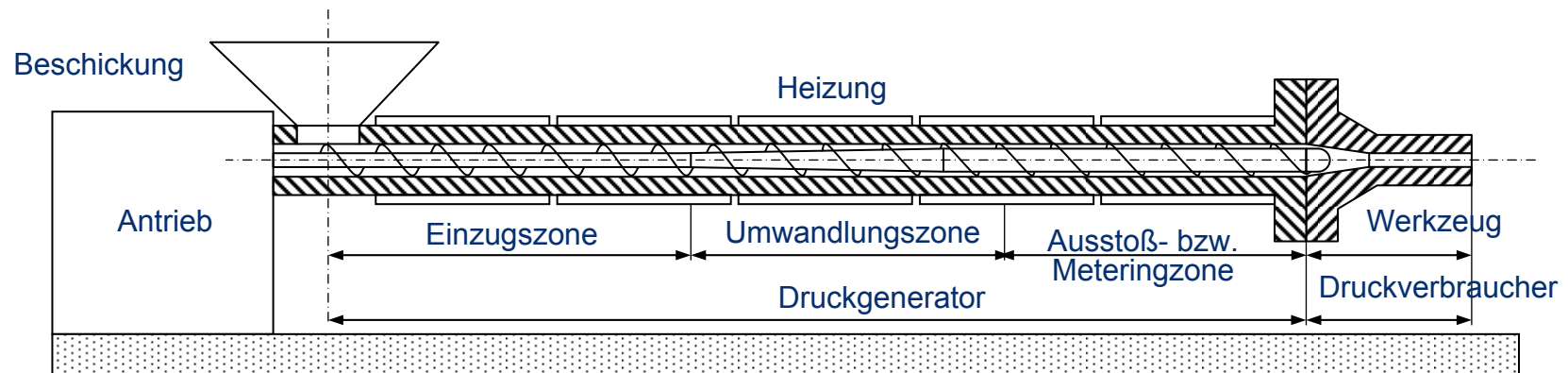
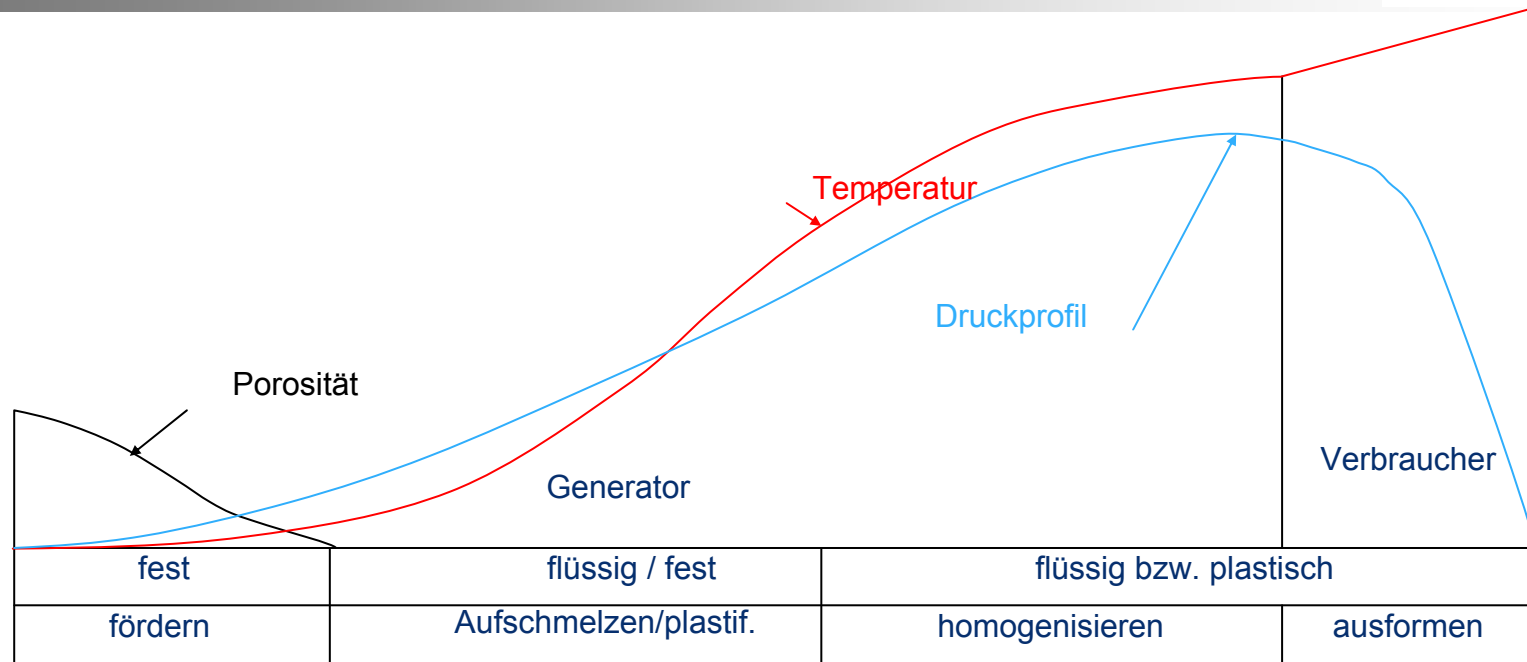


Vergleich der beiden Extruderkonzepte

Nutbuchse (gewendelt)

IKT



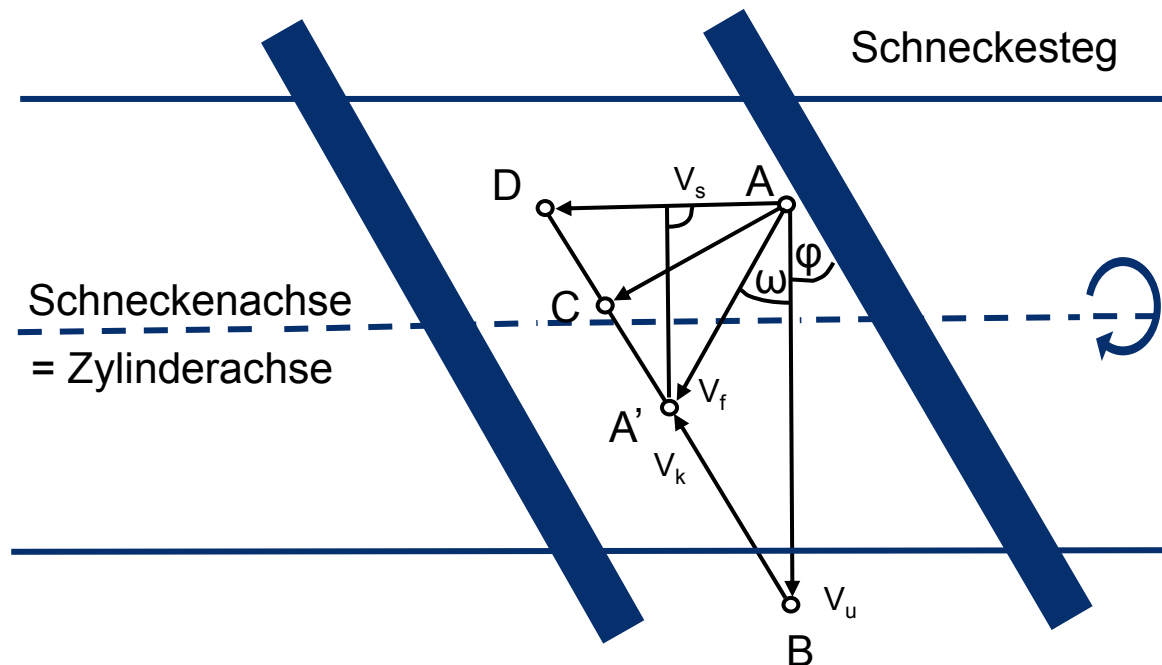


Glattrohr

Einzugszone (Feststoffförderung)

Bestimmung der Axialgeschwindigkeit v_s des Granulats, das sich in Richtung Ausstoßende der Schnecke bewegt

Vier Bewegungsmöglichkeiten eines Massepunktes A in der Einzugszone

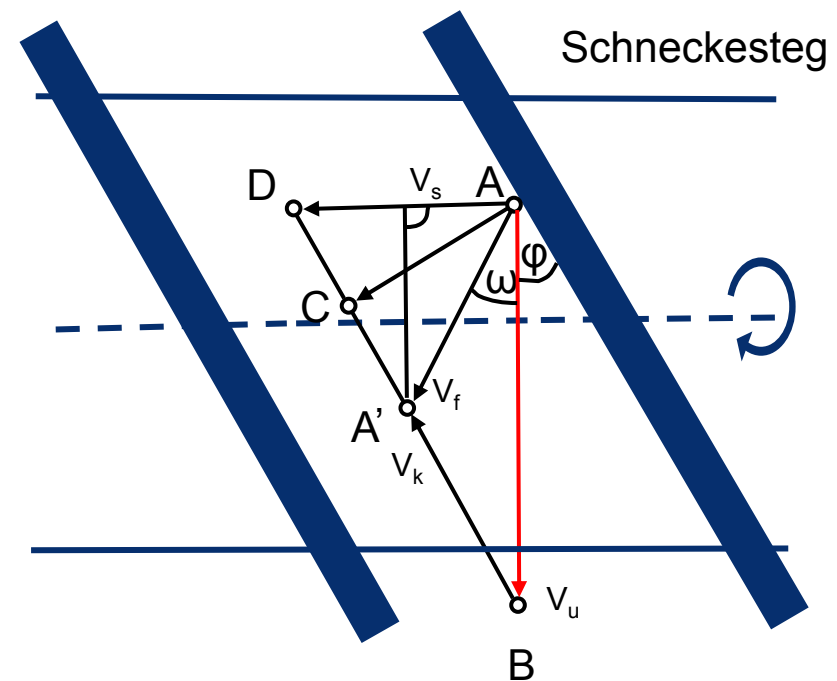


Glattrohr

Einzugszone (Feststoffförderung)

Masse rotiert mit der Schnecke – Massepunkt A → B:

- Extremfall tritt ein wenn Reibwert der Schnecke wesentlich größer als der des Zylinders ist $\mu_s > \mu_z$ (Index s = Schnecke, Index z = Zylinder)
- Oder Kunststoff „verklebt“ auf der Schnecke
- $v_f = v_u \rightarrow$ Förderwinkel $\omega = 0 \rightarrow$ Ausstoß $m = 0$ (Index f = Förderrichtung, Index u = Umfangsrichtung)

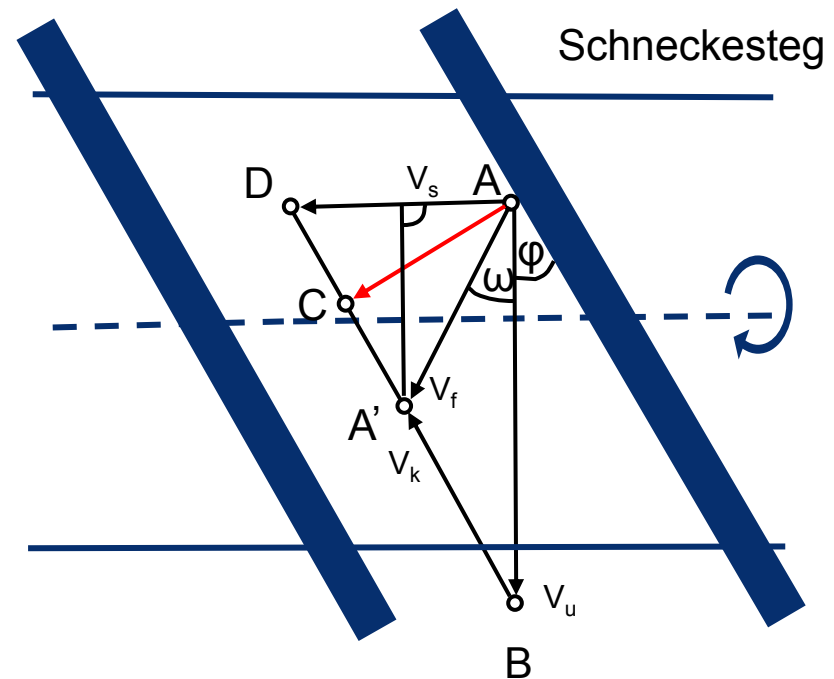


Glattrohr

Einzugszone (Feststoffförderung)

Masse bewegt sich senkrecht zu Gewindeflanken – Massepunkt A → C:

- Extremfall tritt ein wenn Reibwert der Schnecke wesentlich kleiner als der des Zylinders ist $\mu_s \ll \mu_z$
- Ausstoß m erreicht maximalen Wert für glatten Zylinder
- Förderwinkel $\omega = 90^\circ - \varphi$ (φ = Gangsteigungswinkel)
- Extremwert „Schnecke ideal glatt“ wird bei konventionellen Extrudern nicht erreicht



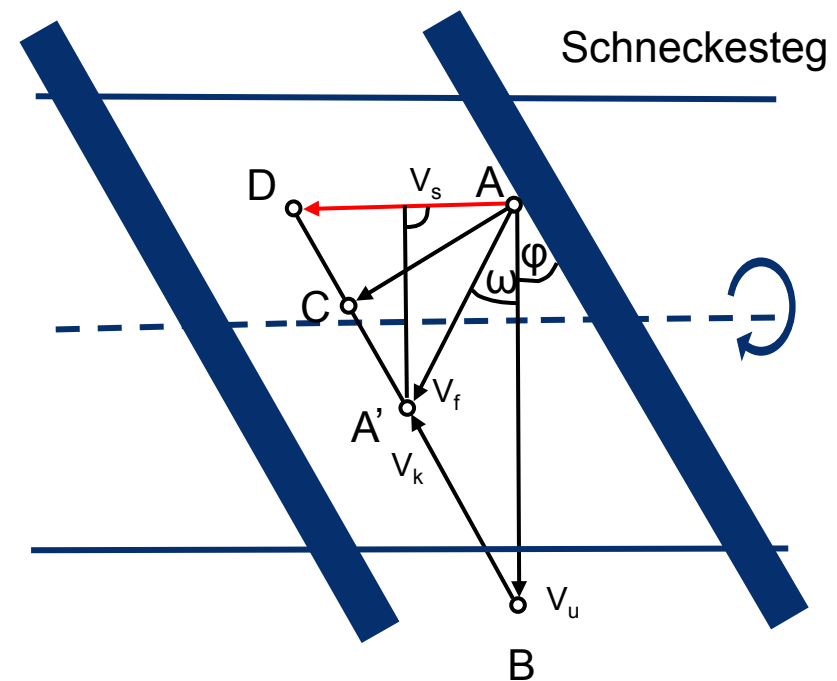
Glattrohr

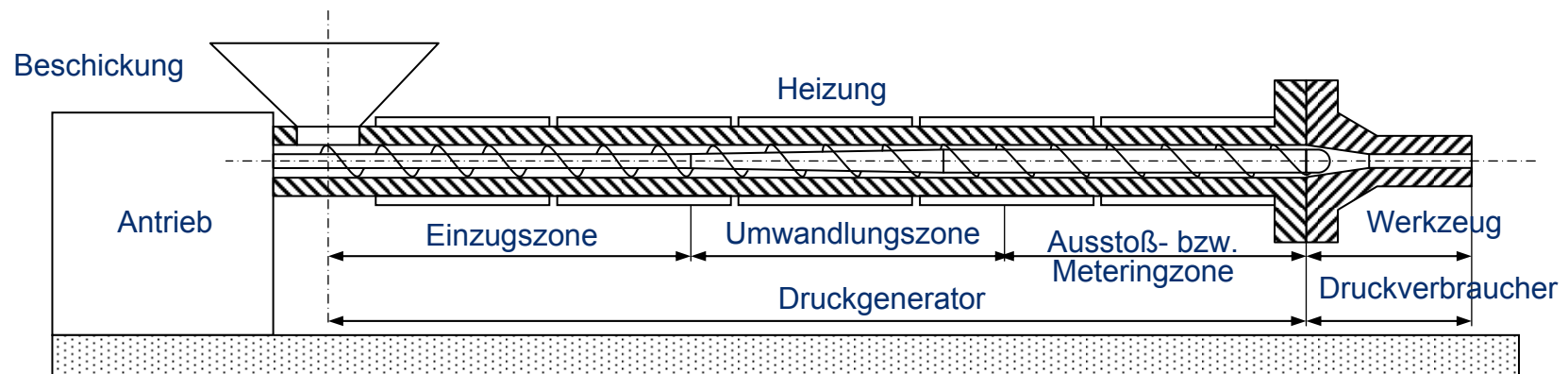
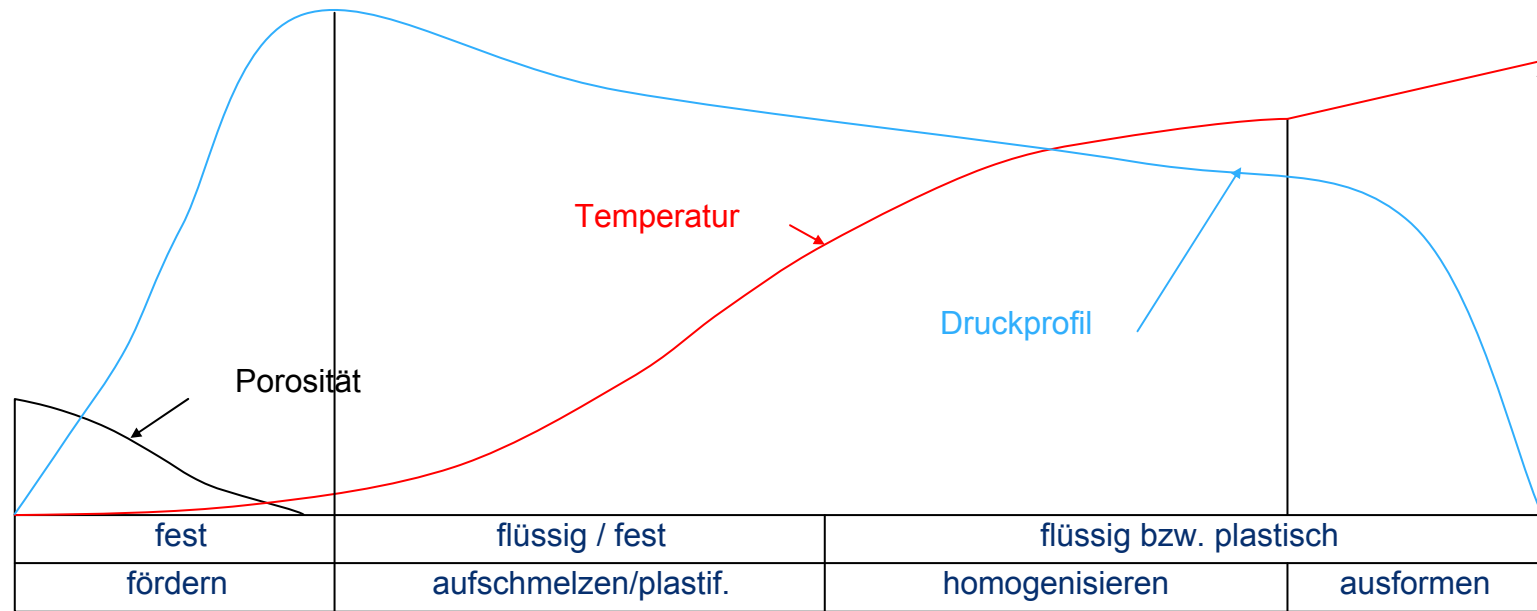
Einzugszone (Feststoffförderung)

Massestrang wird am Drehen mit Schnecke gehindert

„Verdrehsicherung“ – Massepunkt A → D:

- z.B. durch genuteten Einzugsbereich des Zylinders
- Massestrang bewegt sich wie eine Mutter auf einer Spindel
- Förderwinkel $\omega = 90^\circ$
- Bei Nutenextrudern bewegt sich das noch nicht kompaktierte Material auf den ersten 1-2 Gangwindungen mit $\omega \approx 90^\circ$



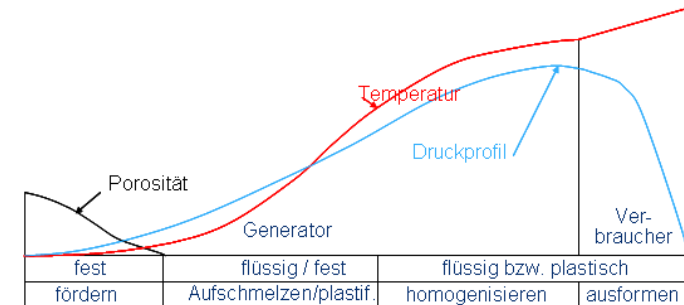


Vergleich der beiden Extruderkonzepte

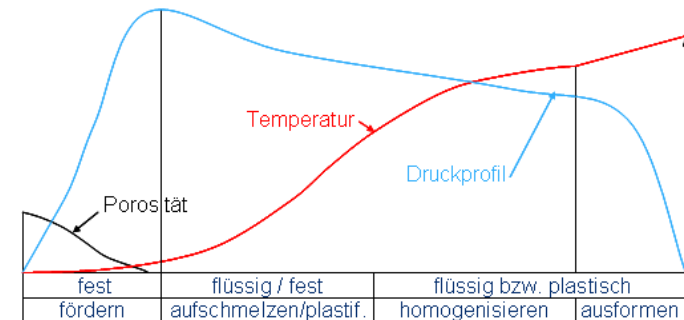
Glattrohrextruder

- Kontinuierlicher Druckaufbau über gesamte Schneckenlänge
- Mischwirkung mittels Gegendruck am Werkzeug steuerbar
- Durchsatz ist egendruckabhängig

Glattrohr:

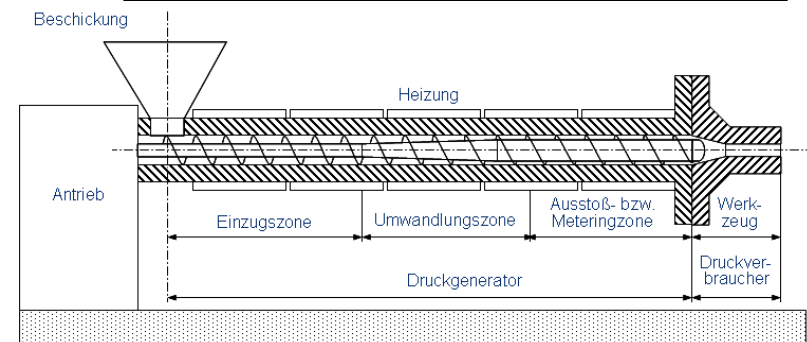


Nutbuchse:



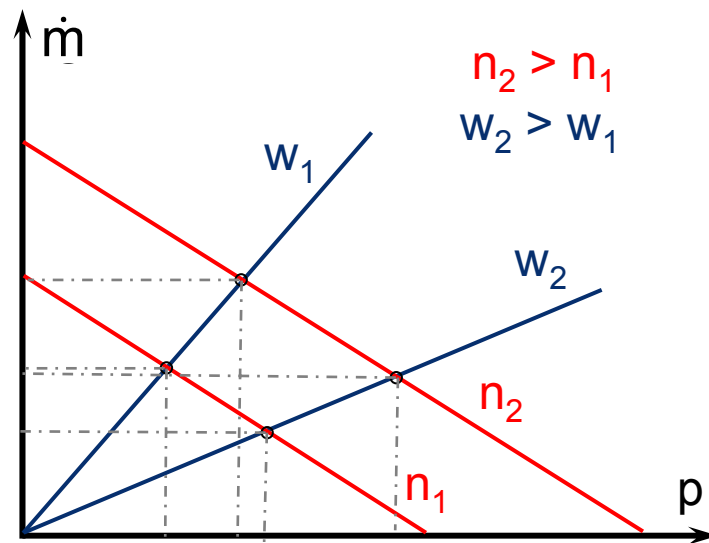
Nutbuchsenextruder

- Zwangsförderung
- Druckaufbau mittels Feststoffförderung im Einzug
- Weitere Extruderzonen sowie Werkzeug wirken als Druckverbraucher
- Gegendruckunabhängiger Durchsatz

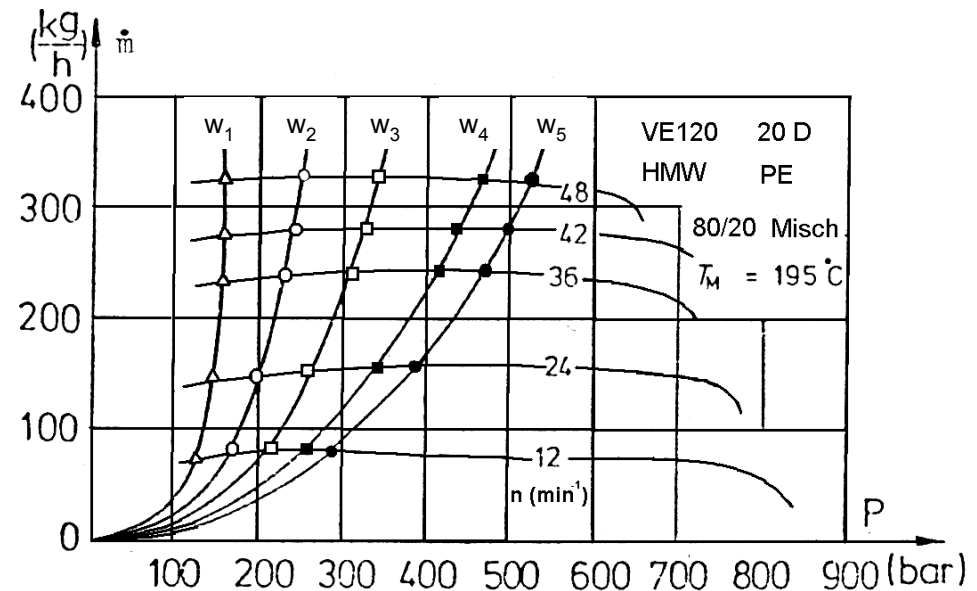


Vergleich der beiden Extruderkonzepte

Schneckenkennlinien



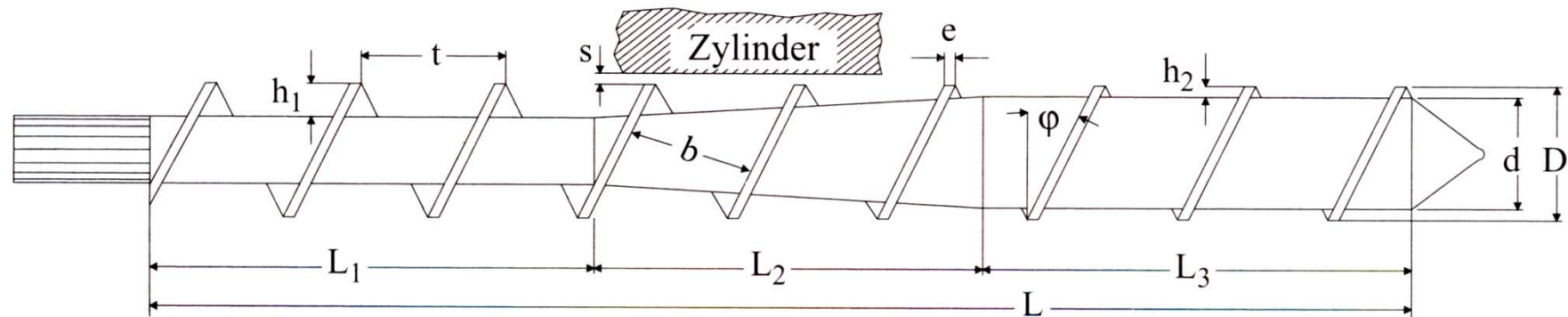
Glattrohretruder



Nutbuchsentruder

- n:** Schneckendrehzahl
- w:** Werkzeugwiderstand
- p:** Werkzeugdruck
- m:** Massedurchsatz

- Mit welcher Art von Einzugszone (Glattrohr oder Nutbuchse) erhält man bei gleicher Geometrie und gleicher Drehzahl einen höheren Durchsatz? Warum?
- Was passiert, wenn die Einzugszone bei einem Extruder mit genuteter Einzugszone überhitzt?



Einzugszone

- Material aufnehmen
- fördern
- verdichten
- vorwärmen

Umwandlungs- oder Kompressionszone

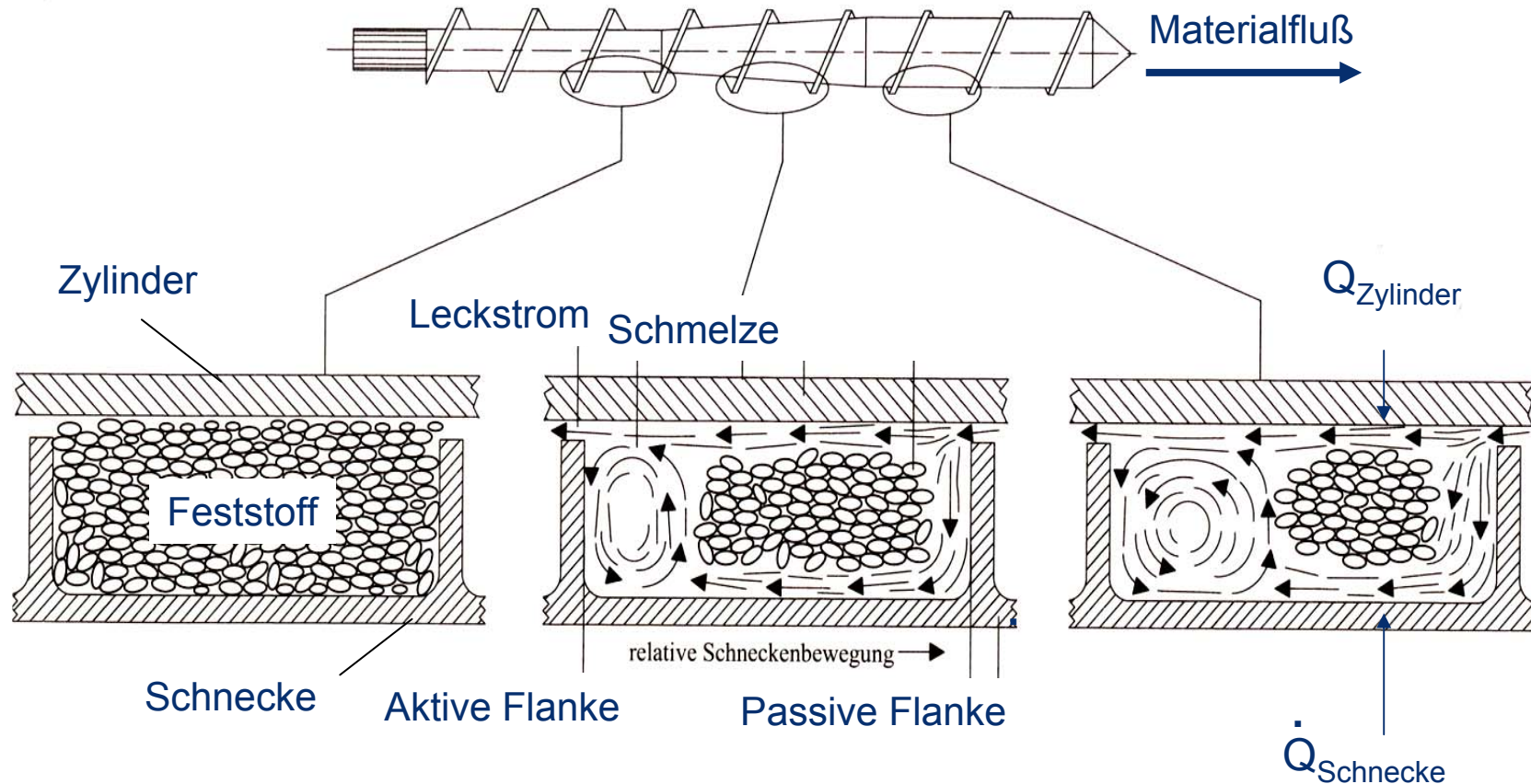
alle Zwischenzustände vom Rohzustand bis zur Schmelze

Ausstoßzone

- Homogenisieren
- Druck aufbauen

Umwandlungs- oder Kompressionszone

Aufschmelzvorgang



Ausstoß- oder Meteringzone

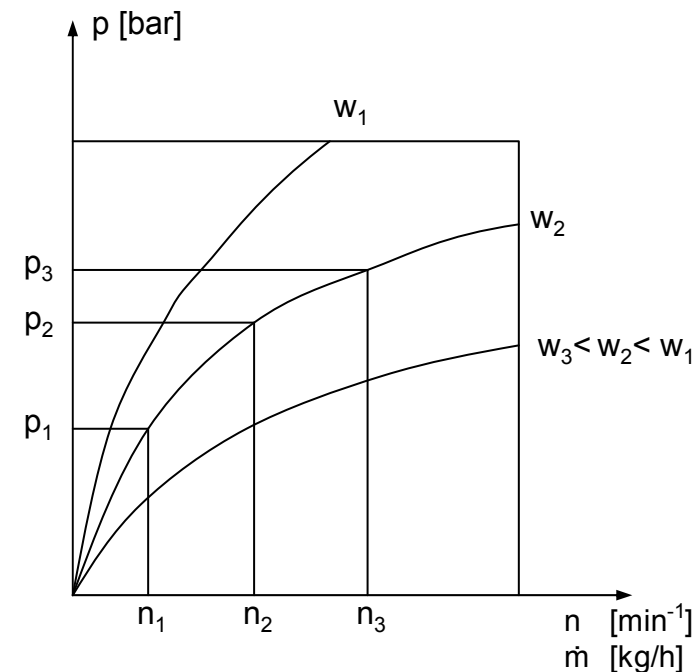
Homogenisieren und Druck aufbauen

Homogenisieren bedeutet:

- Zerteilen von Agglomeraten, Aufschmelzen von restlichen Granulatkörnern
- Gleichmäßiges Verteilen von Stoffkomponenten, wie z.B. Pigmenten, Additiven
- Vereinheitlichen der Plastifikattemperatur

Der bis zum Ende des Extruderzylinders aufgebaute Druck hängt ab von:

- Werkzeugwiderstand
- Durchsatzleistung des Kunststoffes
- Viskosität des Kunststoffes
- Druck wächst bei strukturviskosen Materialien unterproportional mit der Durchsatzleistung an
- Praxisübliche Werte liegen zwischen 100 und 300 bar



Extrusionsdruck als Funktion des Massedurchsatzes bzw. der Schneckendrehzahl

Mischteile verbessern die Homogenisierung



Standard

- Kombination aus Wendelscherteil + Saxton-Mischteil
- Mischprinzip: dispersiv und distributiv



Schlitz-Maddock

- 4 Kanalpaare + Schlitze in den Stegen
- Mischprinzip: distributiv



MBK

- Scher-/Mischteil vom Typ Maddock mit Schlitzen im Barrieresteg
- Mischprinzip: dispersiv und distributiv



Kreuzloch

- Kreuzloch Mischteil mit 8 Ringen
- Mischprinzip: überwiegend distributiv



S-Scheiben

- Schlitzscheiben-Mischteil mit 8 Ringscheiben
- Mischprinzip: distributiv

Mischteile verbessern die Homogenisierung



Saxton-1

- Saxton Mischteil mit gegenläufigen breiten Stegen
- Mischprinzip: distributiv



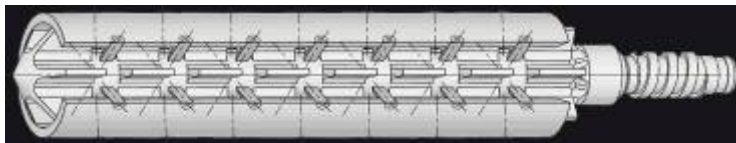
Saxton-2

- Saxton-Mischteil mit gegenläufigen schmalen Stegen
- Mischprinzip: distributiv



CTM

- „Cavity-transfer“-Mischteil
- Mischprinzip: dispersiv und distributiv



Stiftzylinder

- Kämmandes Mischteil
- Mischprinzip: dispersiv und distributiv



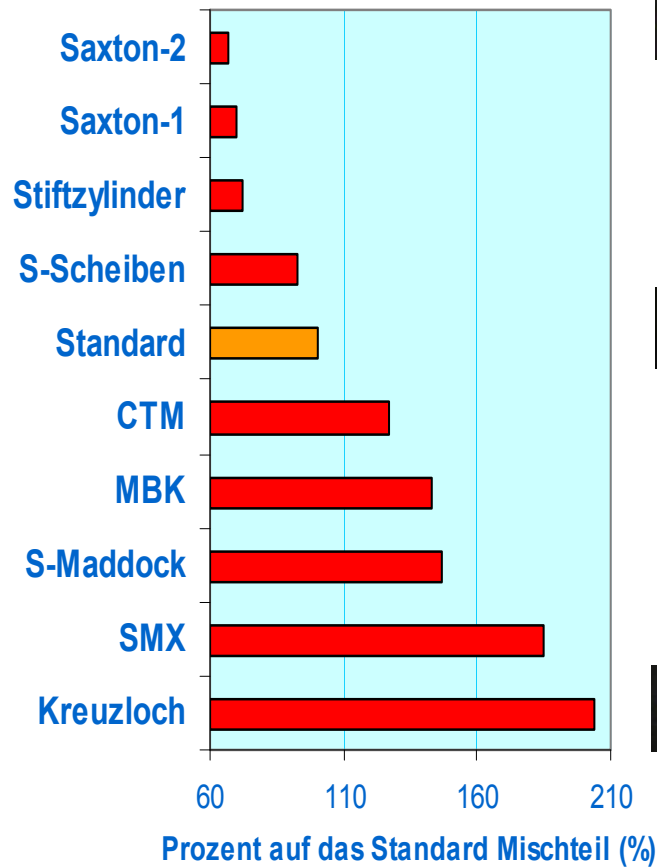
SMX

- Statik-Mischer (D = 40 mm) vom Typ SULZER SMX mit 4 Mischelementen
- Mischprinzip: distributiv

Bewertung der Mischteile

Aktuelle Arbeiten des IKT

Druckabfall



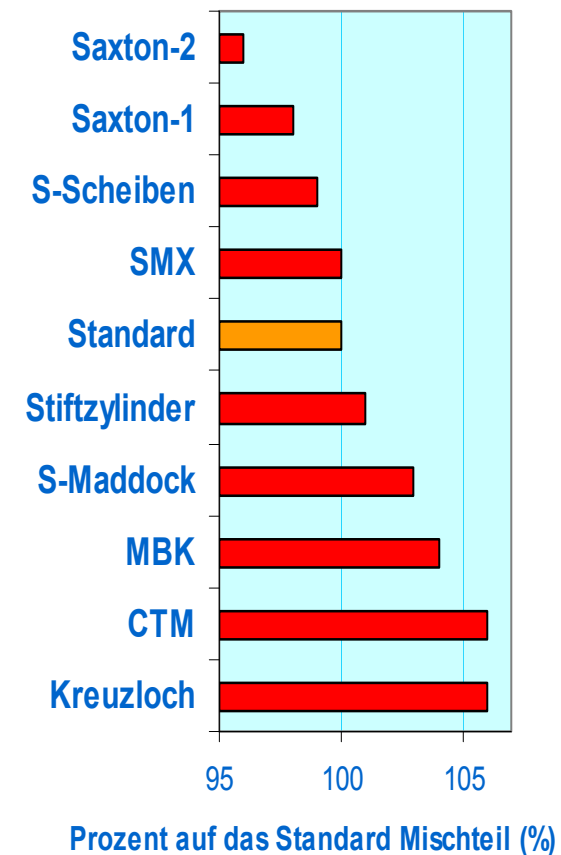
besser



schlechter



Massetemperatur

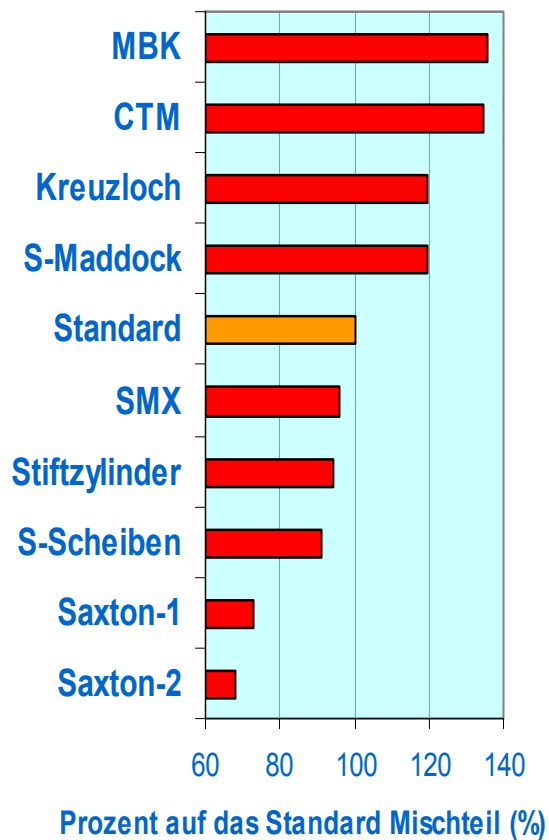


Veröffentlichung: Kunststoffe international 4/2012

Bewertung der Mischteile

Aktuelle Arbeit des IKT

Homogenität



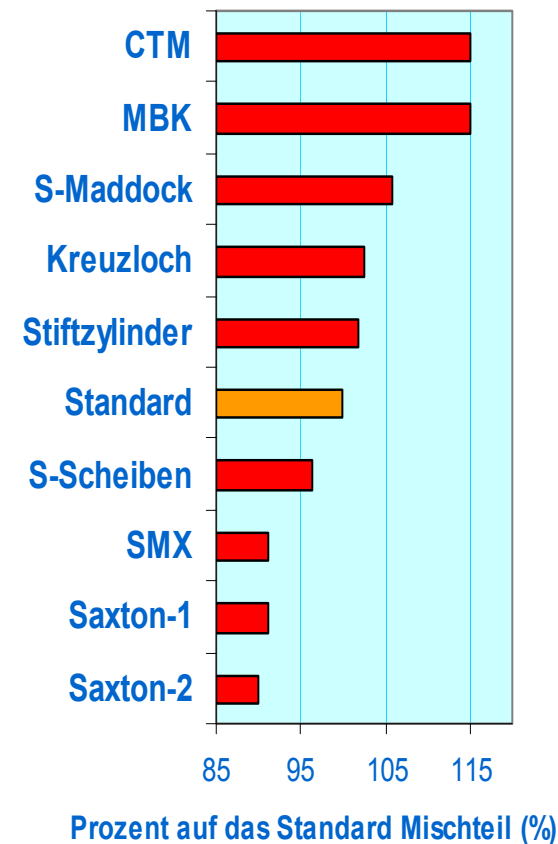
besser



schlechter

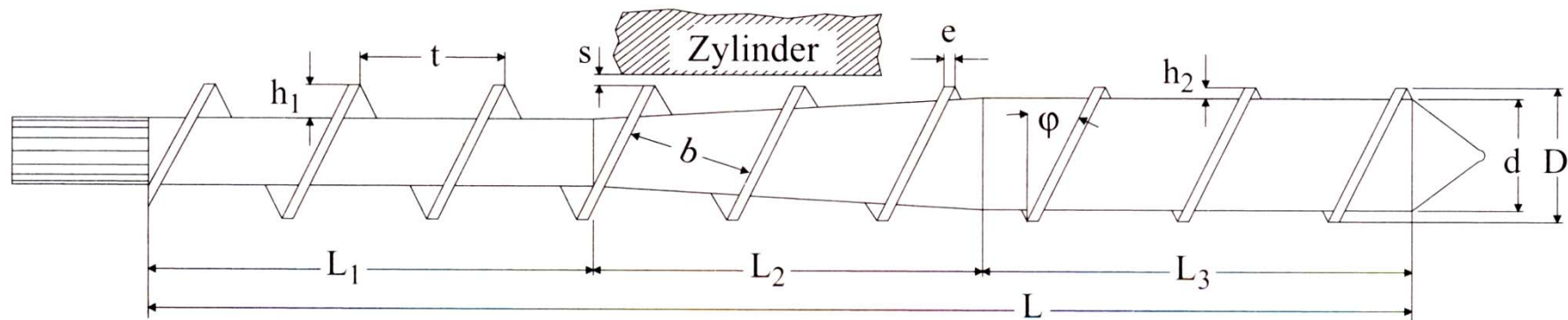


Gesamtbewertung



Veröffentlichung: Kunststoffe international 4/2012

- Wie heißen die drei Funktionszonen einer konventionellen Drei-Zonen-Schnecke und welche Aufgabe haben sie?



- Womit kann bei einem konventionellen Glattrohretruder die Schmelzehomogenität verbessert werden?
- Wie verändert sich der Durchsatz bei einem Nutbuchsenextruder wenn der Werkzeugdruck erhöht wird?

Extrusion

Extruderarten

Extruderaufbau

HELIBAR® - Sonderverfahren

▪ **Extrusionswerkzeuge**

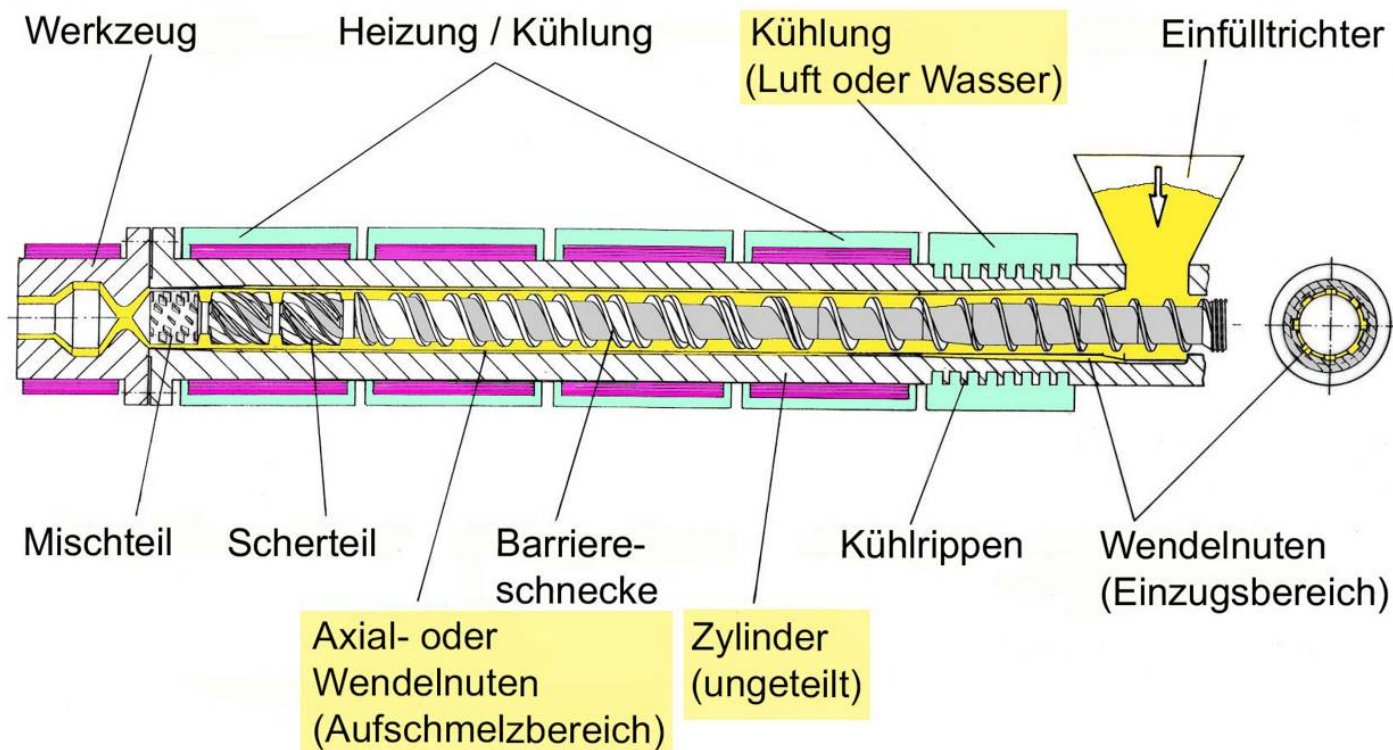
Coextrusion

HELIBAR® - Sonderverfahren

Aktuelles aus der IKT-Forschung

Merkmale:

- Durchgehend genuteter Zylinder (Axial- oder Wendelnuten)
- Barrierschnecke mit Scher- und Mischelementen



HELIBAR® - Sonderverfahren

Aktuelles aus der IKT-Forschung



Ein neuartiges Plastifiziersystem für Einschneckenextruder und Spritzgießmaschinen

Verfahrenstechnische Verbesserung:

- hohe Aufschmelzleistung mit entsprechend hohem spezifischen Massedurchsatz
- hohes Druckaufbauvermögen (bzw. hohe Pumpenleistung)
- geringer mechanischer Verschleiß
- geringe Kühlleistung in der Einzugszone (z.B. Luftkühlung)
- gute Schmelzehomogenität
- geringe thermische Schädigung des Polymers

Verbesserungen in der Wirtschaftlichkeit

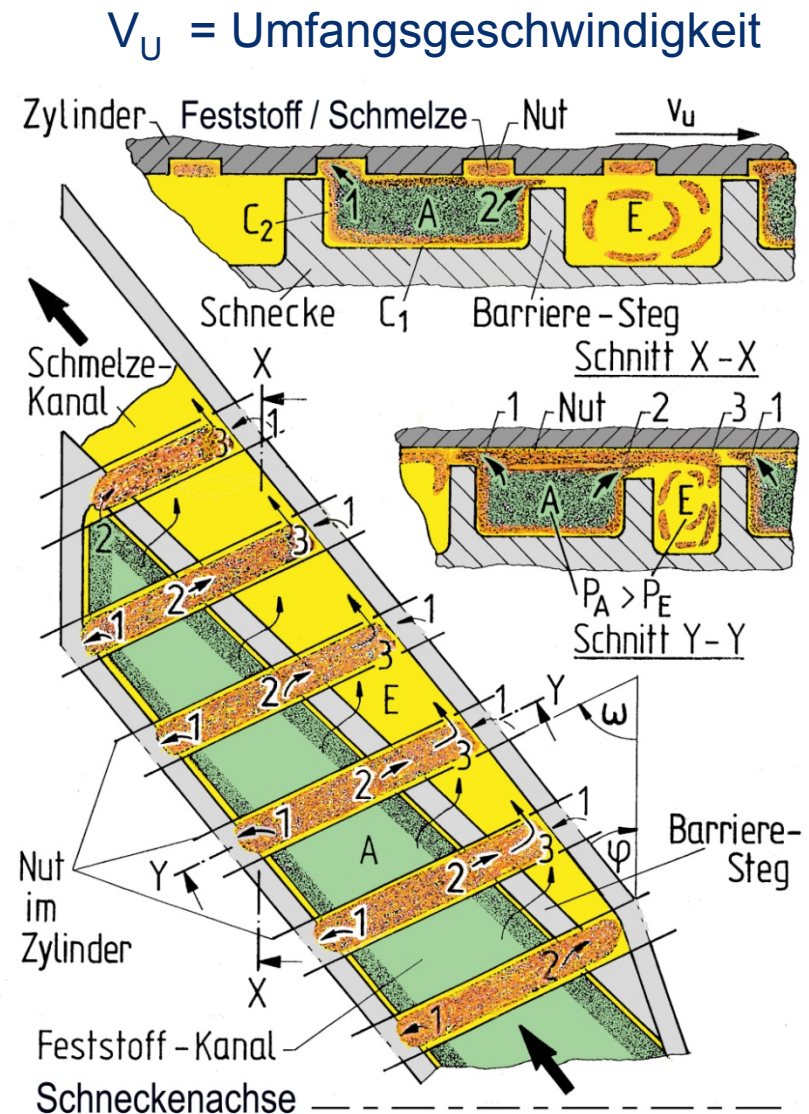
- Niedrige Herstellkosten
- Sehr kompakte Baugröße
- Erhöhung der Durchsatzleistung um bis zu 50 %

HELIBAR® - Sonderverfahren

Aktuelles aus der IKT-Forschung



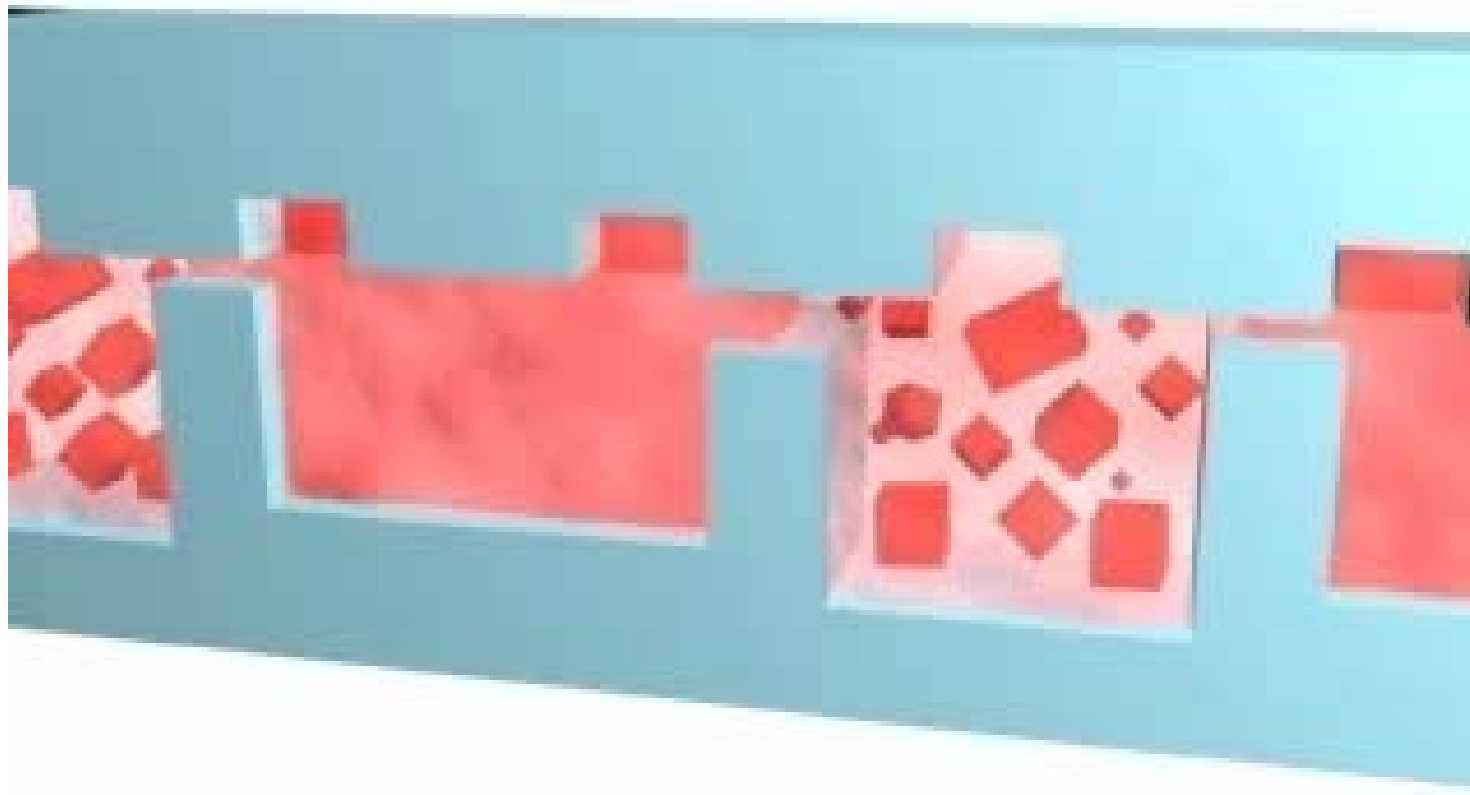
- Schematische Darstellung des HELIBAR®-Plastifizierprinzips
- Abgewickelter Schneckenkanal
- Förderung und Druckaufbau:
Das Einpressen der Schmelze in die Nuten (**1- 2**) und das Verhaken des Feststoffs an den Nutkanten (**1**) erzeugen einen dünnen Schmelzefilm an der Zylinderwand, hohe Schubkräfte auf den Feststoff **A** und damit hohe Pumpleistung im Feststoffkanal



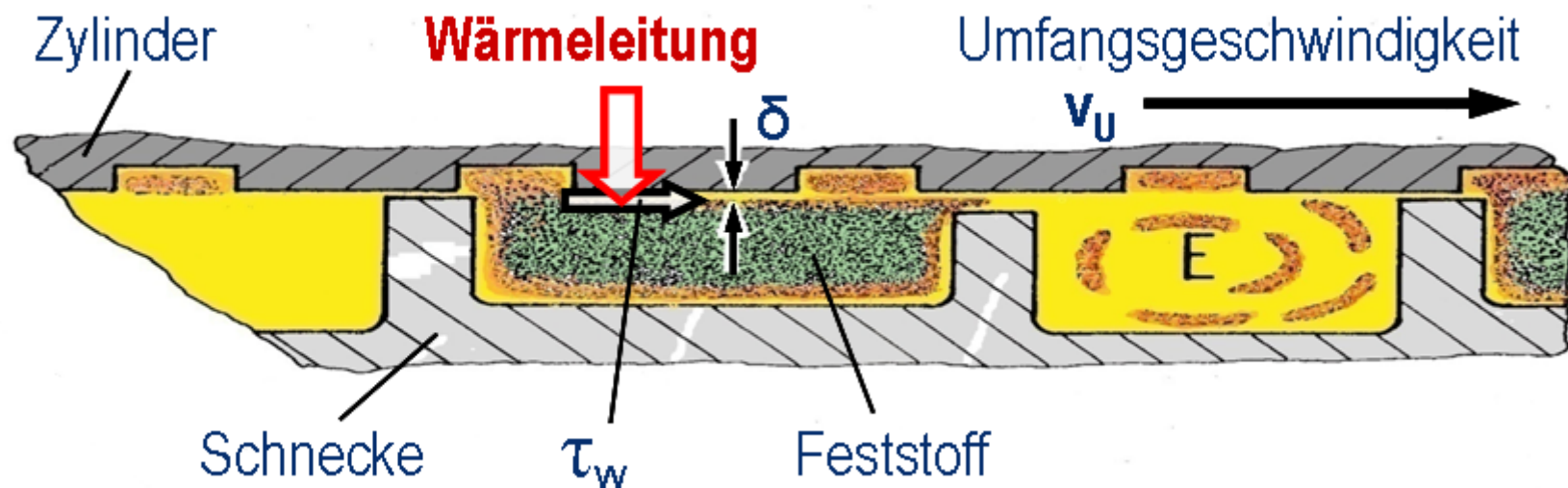
HELIBAR® - Sonderverfahren

Aktuelles aus der IKT-Forschung

IKT



Schneckenkanal



Dünner Schmelzefilm δ

→ gute Wärmeleitung und **Aufschmelzleistung**
Hohe Schubspannung τ_w und **Förderleistung**

HELIBAR® - Sonderverfahren

Aktuelles aus der IKT-Forschung

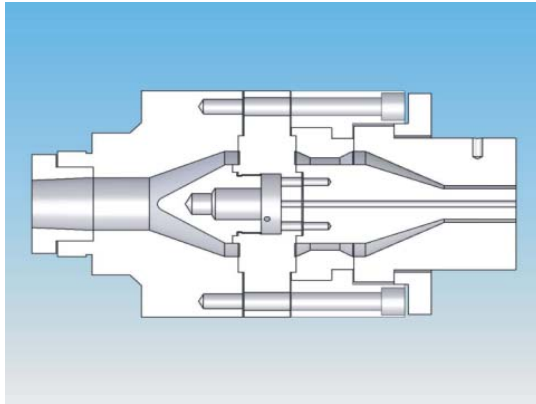


- Wärmetransport Zylinder → Feststoff:
Dünne Schmelzefilme am Zylinder verbessern den Wärmetransport in den Feststoff A. Dadurch effektive Nutzung der Heizenergie und hohe Aufschmelzraten möglich.
- Analogie: Drainage von Schlamm oder Wasser in den Nuten eines Fahrzeugreifens.
Fahrzeugreifen: Haftkräfte auf der Straße.
Extruderzylinder: Schubkräfte auf den Feststoff und Wärmetransport.
- Die Selbstreinigung der Nuten ist durch hohe Druckdifferenzen $P_{\text{Feststoffkanal}} > P_{\text{Schmelzekanal}}$ garantiert

- Was ist das wesentliche Konstruktionsmerkmal eine HELIBAR®-Hochleistungsextruders?
- Warum reicht beim HELIBAR®-Hochleistungsextrusionssystem normalerweise eine passive Luftkühlung in der Einzugszone?
- Die Schmelztemperatur ist beim HELIBAR®-Hochleistungsextrusionssystem meist niedriger als bei vergleichbaren Nutbuchsenextrudern. Warum ist das so?

Extrusionswerkzeuge

Rohre und Profile

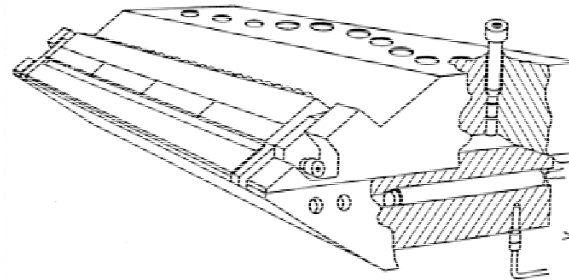


Extrusionsdüse für Rohre

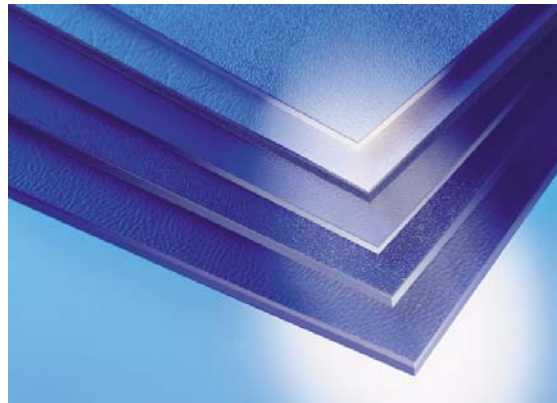


Rohre

Platten und Flachfolien

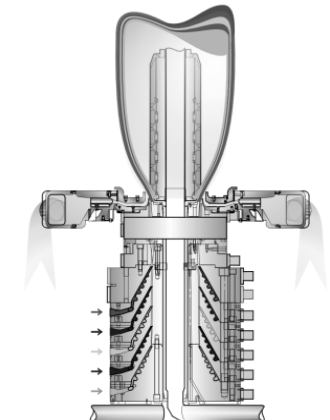


Extrusionsdüse für Platten und Flachfolien



Platten

Schlauch- und Blasfolien



Extrusionsdüse für Folien



Müllsäcke

Extrusion

Extruderarten

Extruderaufbau

HELIBAR® - Sonderverfahren

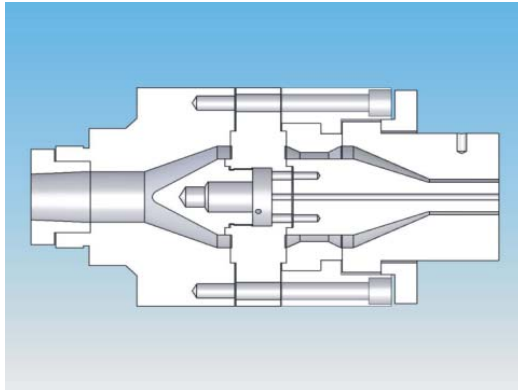
▪ Extrusionswerkzeuge

- Rohre und Profile
- Platten und Flachfolien
- Schlauch- und Blasfolien
- Extrusionsblasformen (Flaschenherstellung)

Coextrusion

Extrusionswerkzeuge

Rohre und Profile

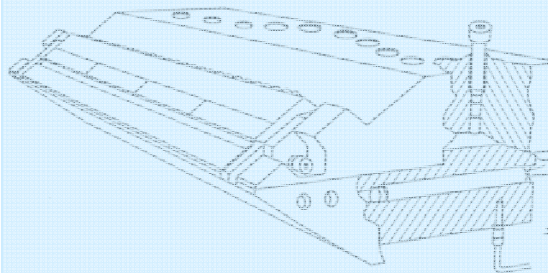


Extrusionsdüse für Rohre



Rohre

Platten und Flachfolien

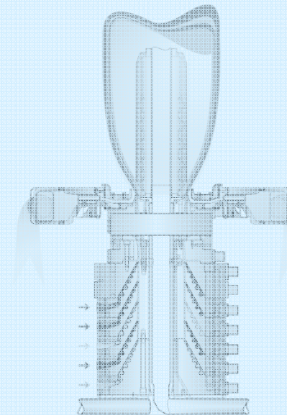


Extrusionsdüse für Platten und Flachfolie

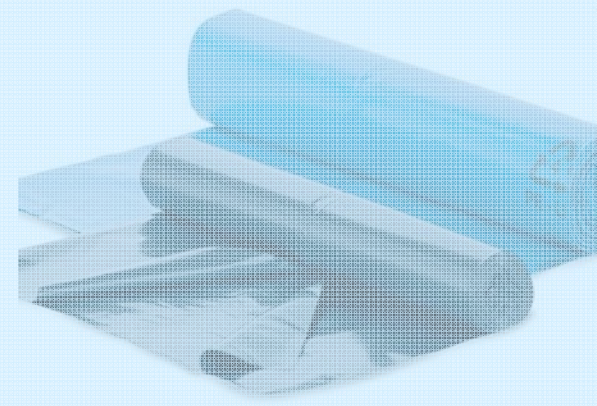


Platten

Schlauch- und Blasfolien



Extrusionsdüse für Folien

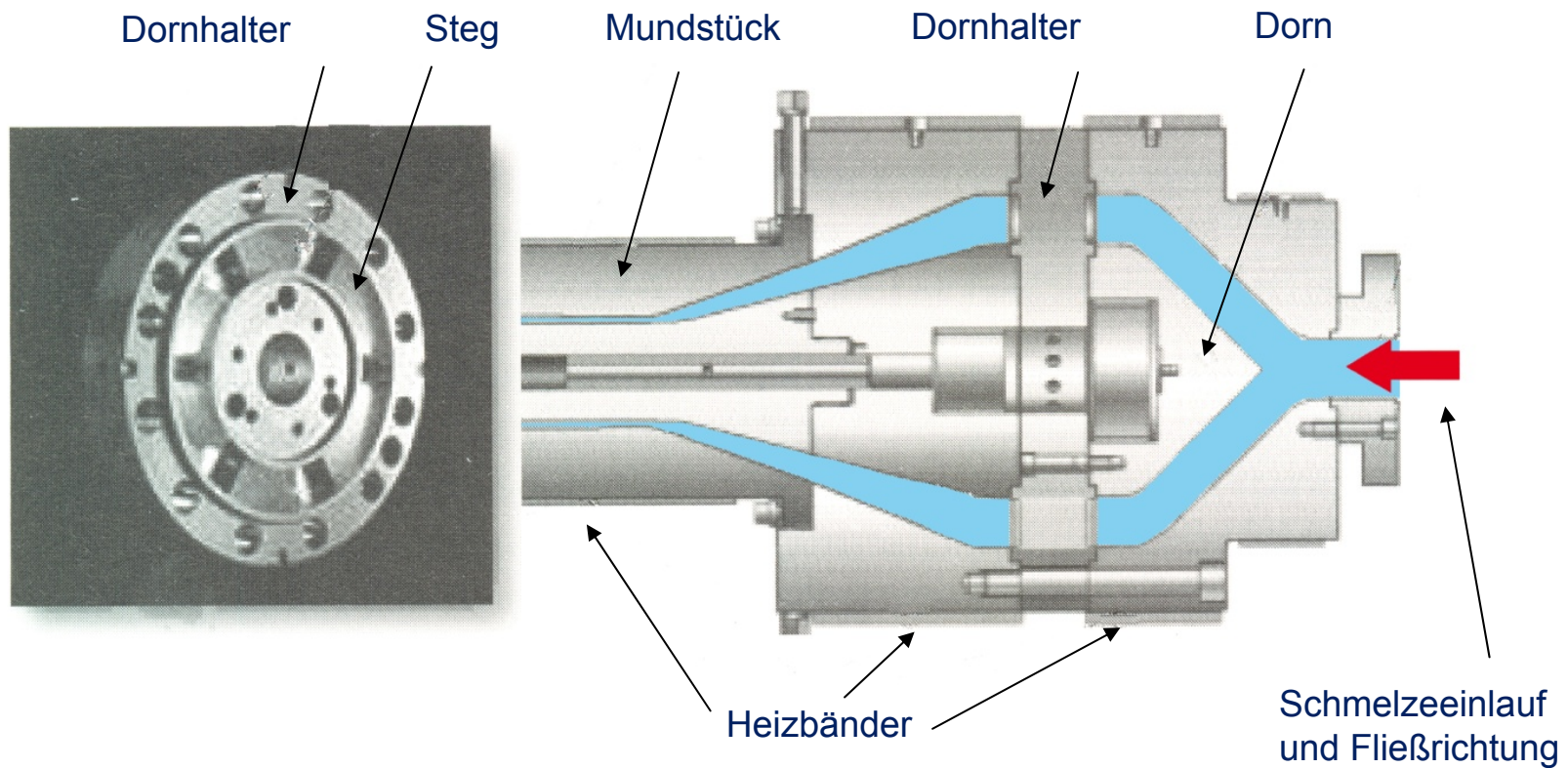


Müllsäcke



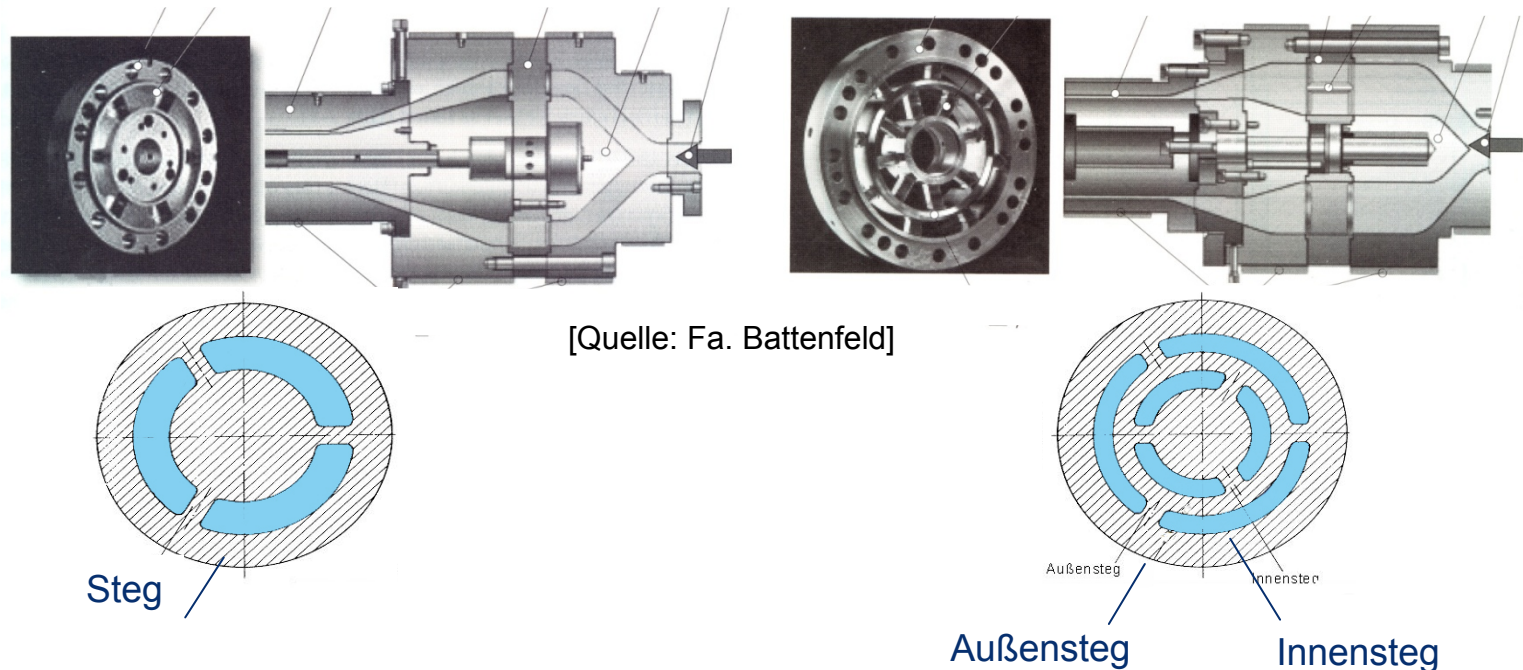
Extrusionswerkzeuge für Rohre

Werkzeug mit Stegdornhalter



Extrusionswerkzeuge für Rohre

Werkzeug mit Stegdornhalter



Einfachstegdornhalter:

- Bindenähte evtl. deutlicher
- Evtl. schlechtere mechanische Eigenschaften

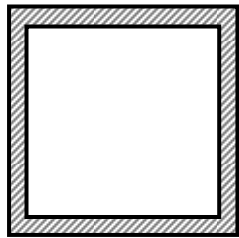
Doppelstegdornhalter:

- Die Stege sind versetzt
- Bindenähte weniger sichtbar
- Bessere mechanische Eigenschaften
- teurer

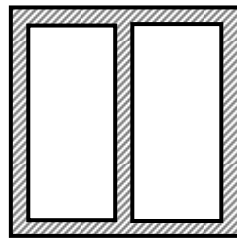
Extrusionswerkzeuge

Profile

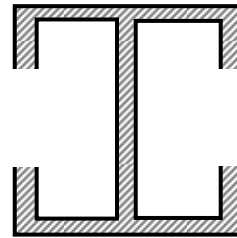
Übersicht der gängigsten Profiltypen (Querschnitt)



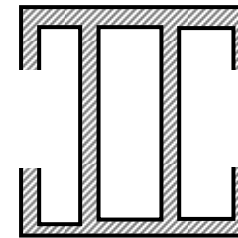
Profilrohr



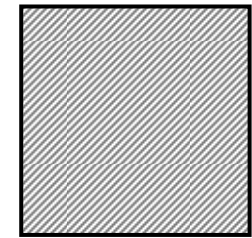
Hohlprofil



Offenes Profil



Kammerprofil Profil

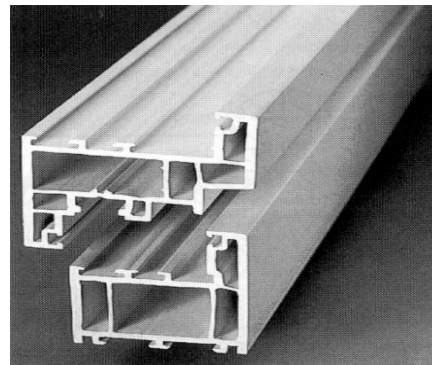


Vollprofil

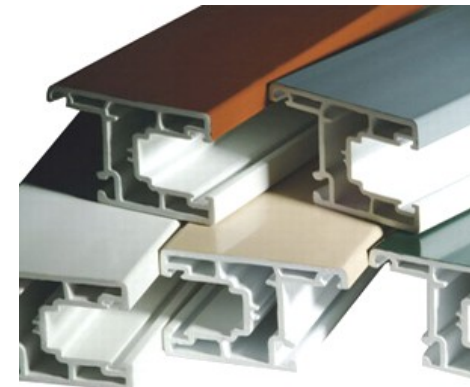
Extrudierte Profile (Beispiele)



Bauprofil mit Naturfaser



Fensterprofil (System ROPLASTO)



Profil mit Dekor

Extrusionswerkzeuge

Profile



Greiner Extrusion Aufbau einer Extrusionsdüse für Fensterprofile

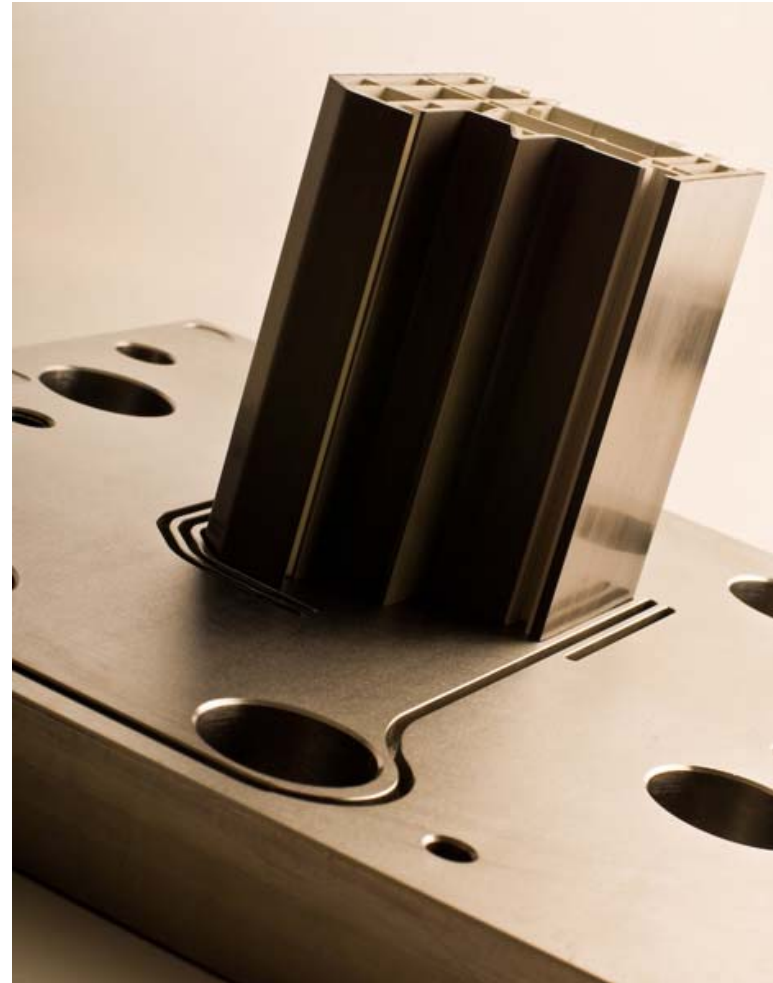
Extrusionswerkzeuge

Profile

Der Werkzeugaustritt hat in der Regel nicht exakt dieselbe Form und dieselben Maße wie das spätere Produkt.

Form und Maße des Extrudatstrangs werden nach dem Austritt aus dem Werkzeug von mehreren Faktoren beeinflusst:

- Abzugskraft
- Strangaufweitung
- Relaxation in der Schnecke und
- Abkühlungsgeschwindigkeit



- Wie beeinflussen Bindenähte, die bei der Rohrextrusion entstehen, das Bauteilverhalten und wie kann dem maschinentechnisch entgegengewirkt werden?
- Welche Nachteile bezüglich ihrer mechanischen Eigenschaften haben Vollprofile?

Extrusion

Extruderarten

Extruderaufbau

HELIBAR® - Sonderverfahren

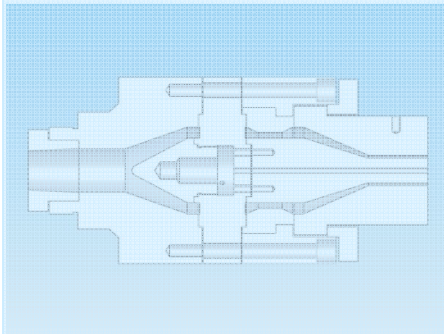
▪ Extrusionswerkzeuge

- Rohre und Profile
- **Platten und Flachfolien**
- Schlauch- und Blasfolien
- Extrusionsblasformen (Flaschenherstellung)

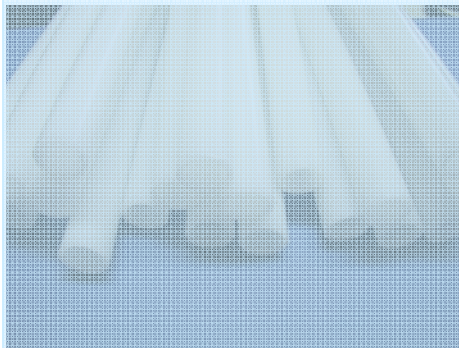
Coextrusion

Extrusionswerkzeuge

Rohre und Profile

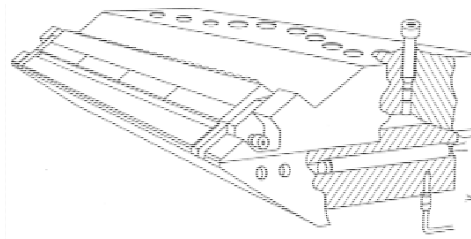


Extrusionsdüse für Rohre



Rohre

Platten und Flachfolien

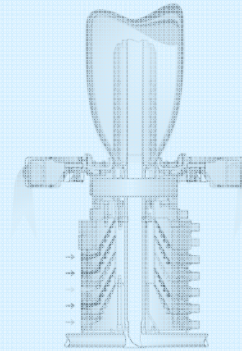


Extrusionsdüse für Platten und Flachfolie

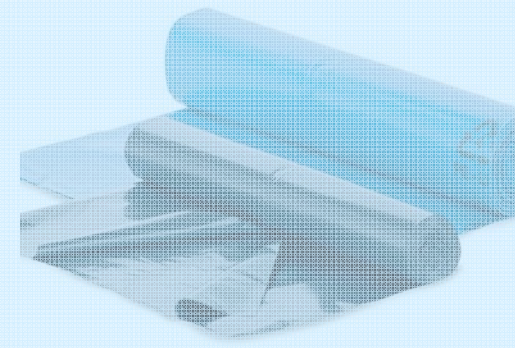


Platten

Schlauch- und Blasfolien



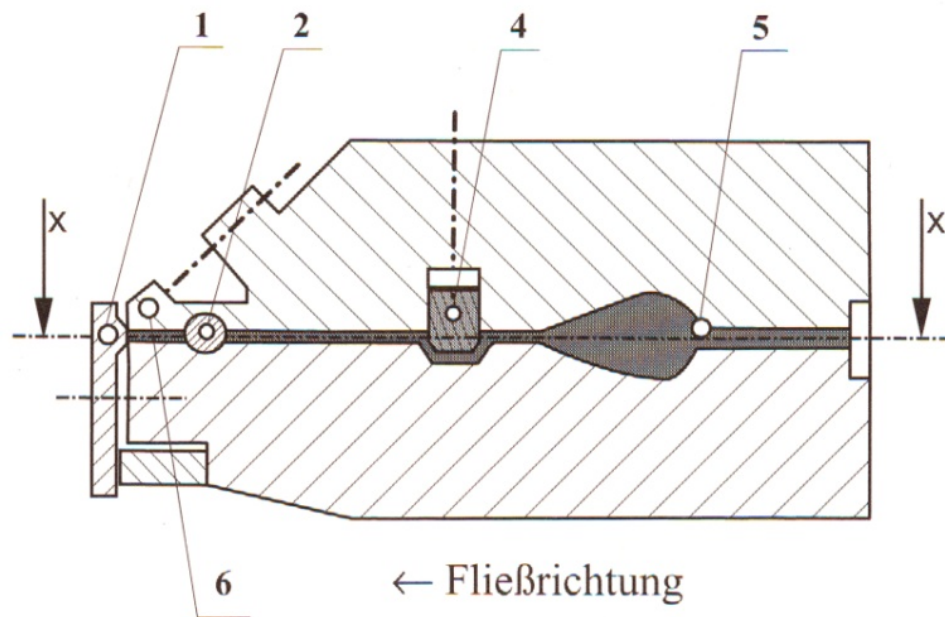
Extrusionsdüse für Folien



Müllsäcke

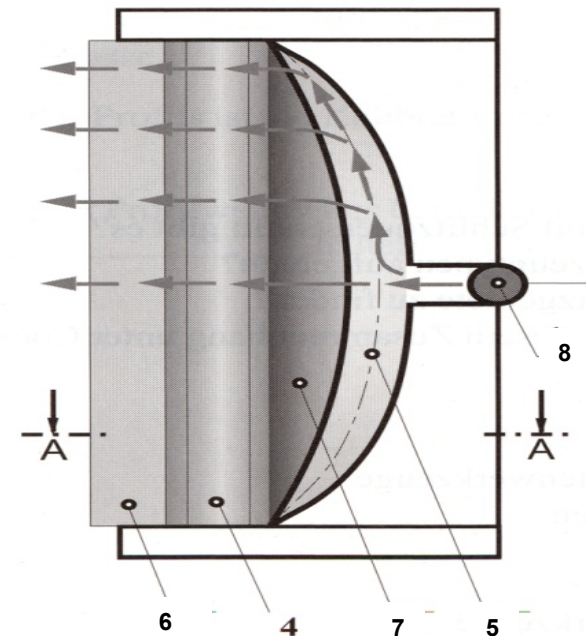
Extrusionswerkzeuge für Flachfolien

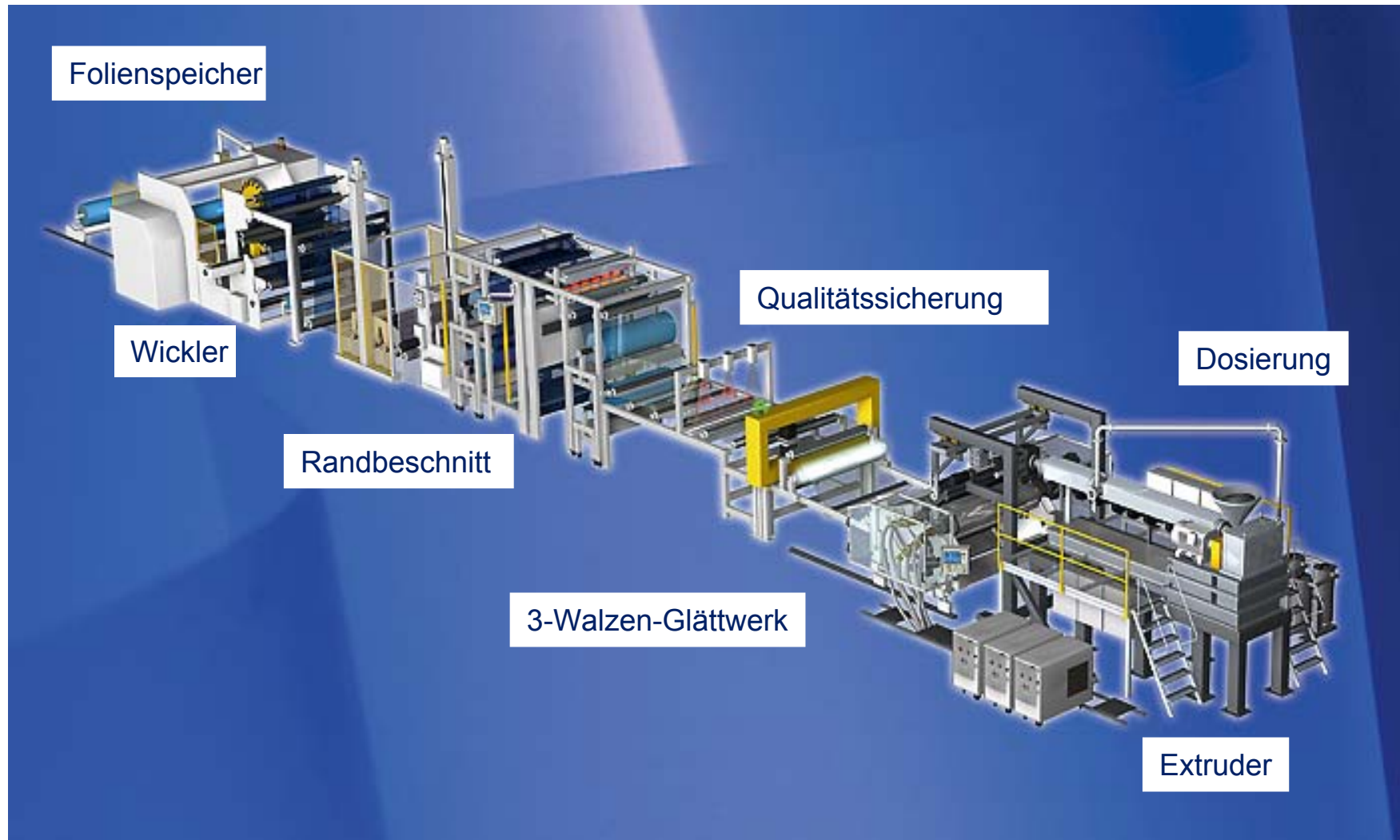
- Für Flachfolien wird die Schmelze mittels eines Breitschlitzwerkzeugs ausgeformt
- Breitschlitzwerkzeug:



Legende:

- | | |
|-------------------|---------------------------|
| 1. Kopfleiste | 6. Flexible Werkzeuglippe |
| 2. Formstab | 7. Insel |
| 4. Staubalken | 8. Werkzeugeinlauf |
| 5. Verteilerkanal | |



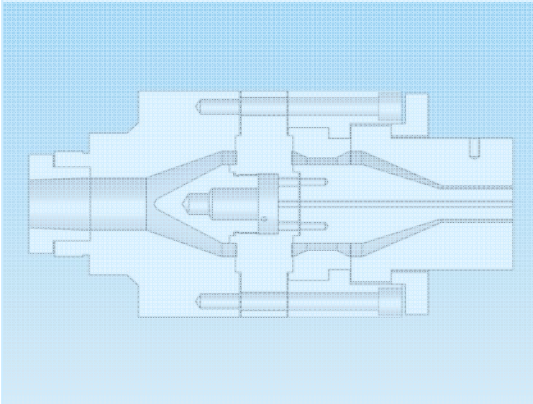


(Quelle: Fa. Breyer)

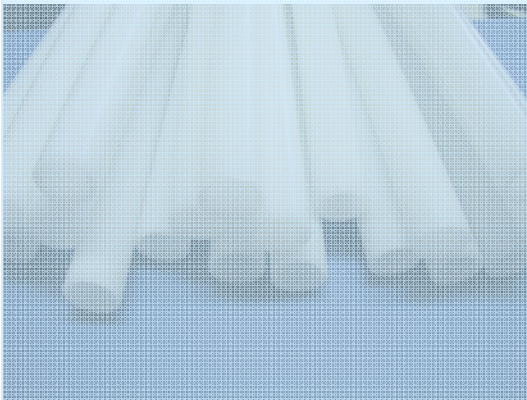


Extrusionswerkzeuge

Rohre und Profile

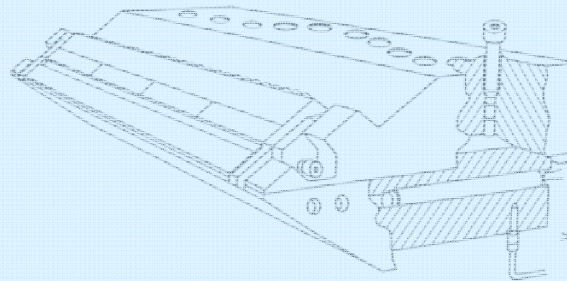


Extrusionsdüse für Rohre



Rohre

Platten und Flachfolien

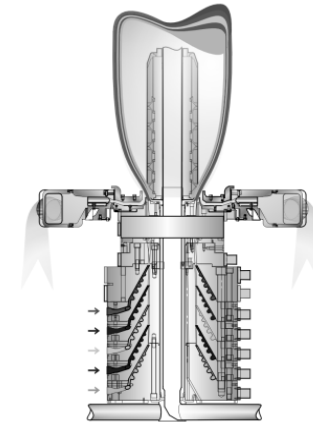


Extrusionsdüse für Platten und Flachfolie



Platten

Schlauch- und Blasfolien

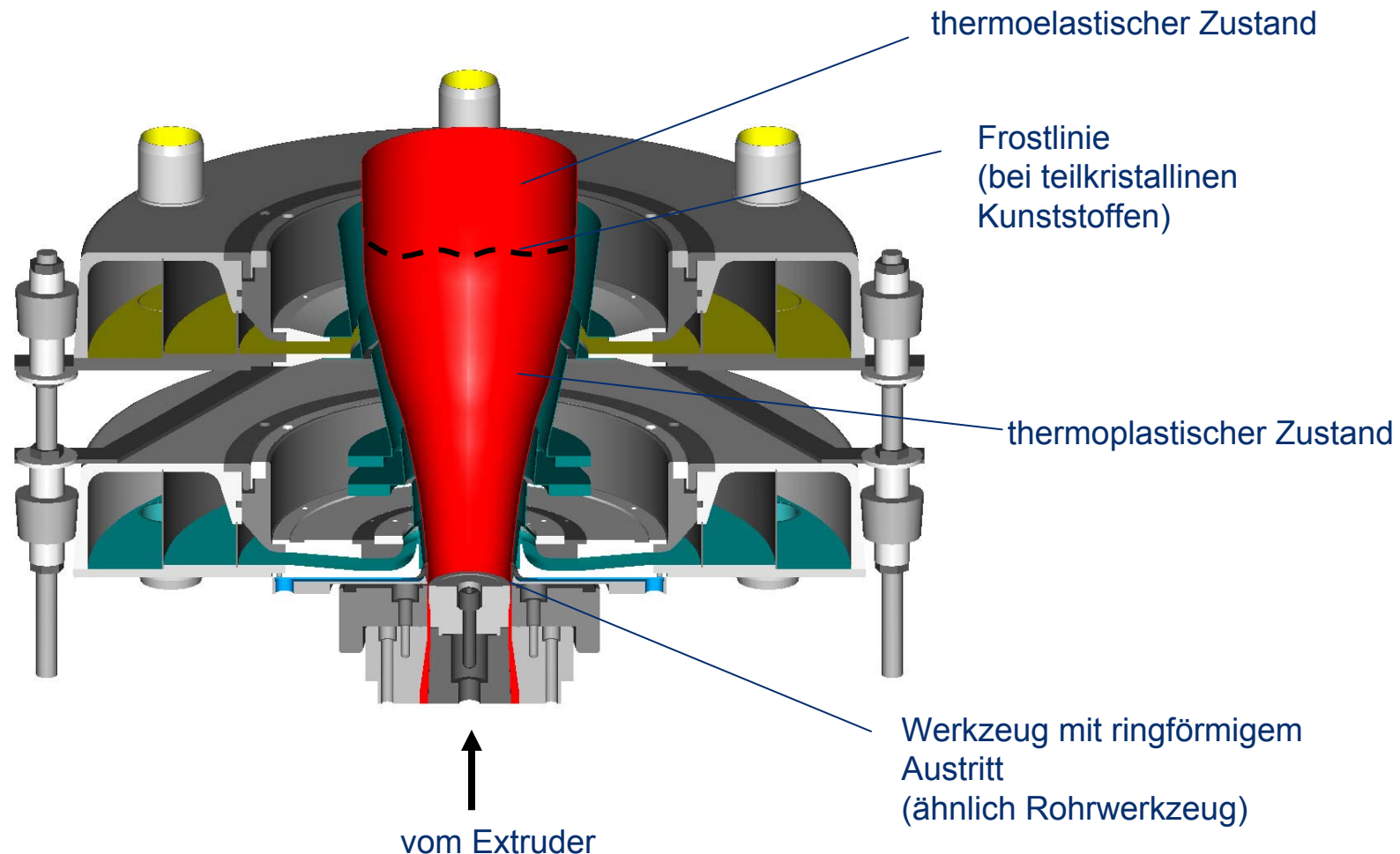


Extrusionsdüse für Folien



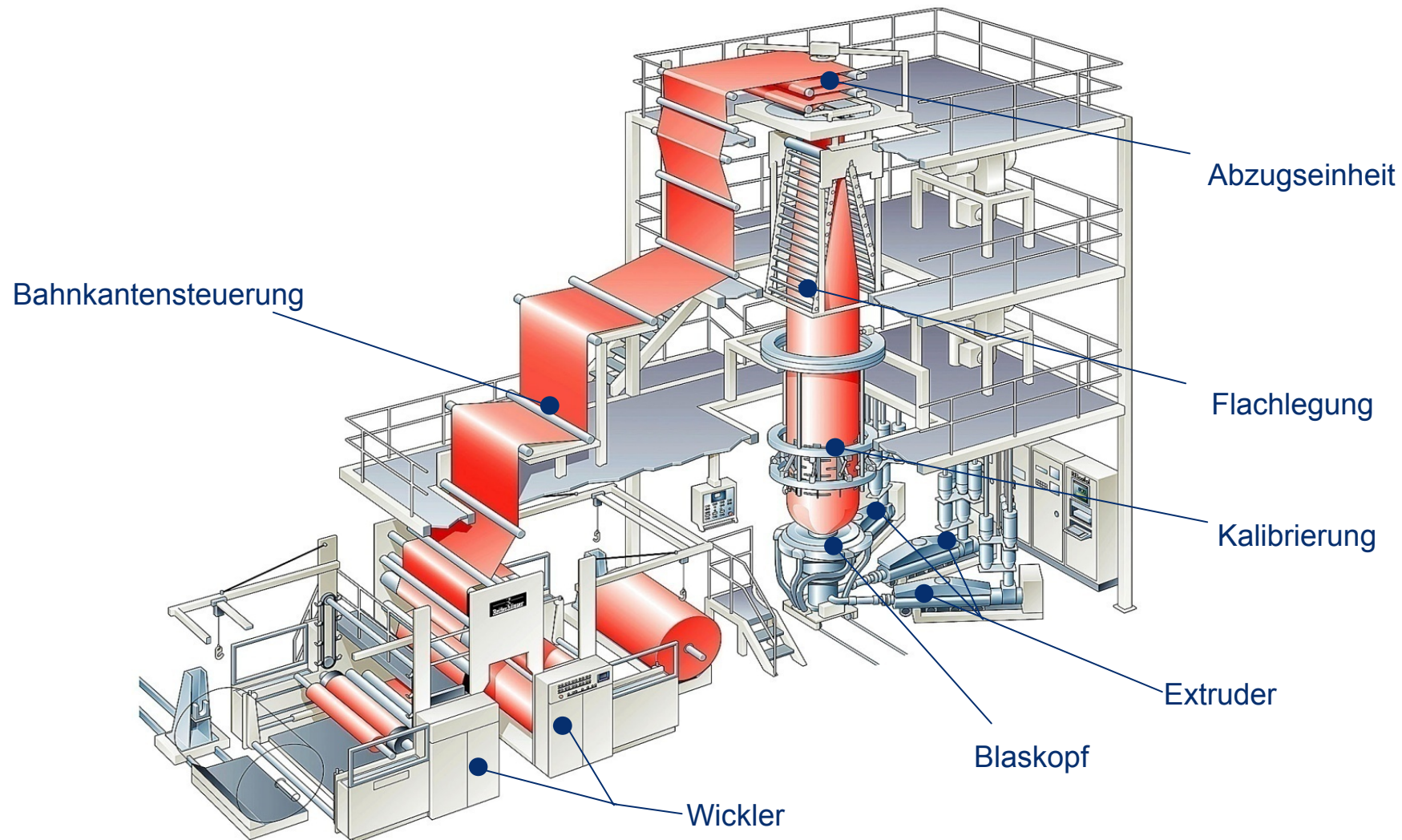
Müllsäcke

Mit dem Blasfolienverfahren können Folien im Bereich von 0,01 (!) bis ca. 1 mm Dicke gefertigt werden



Extrusionswerkzeuge Schlauch- und Blasfolien

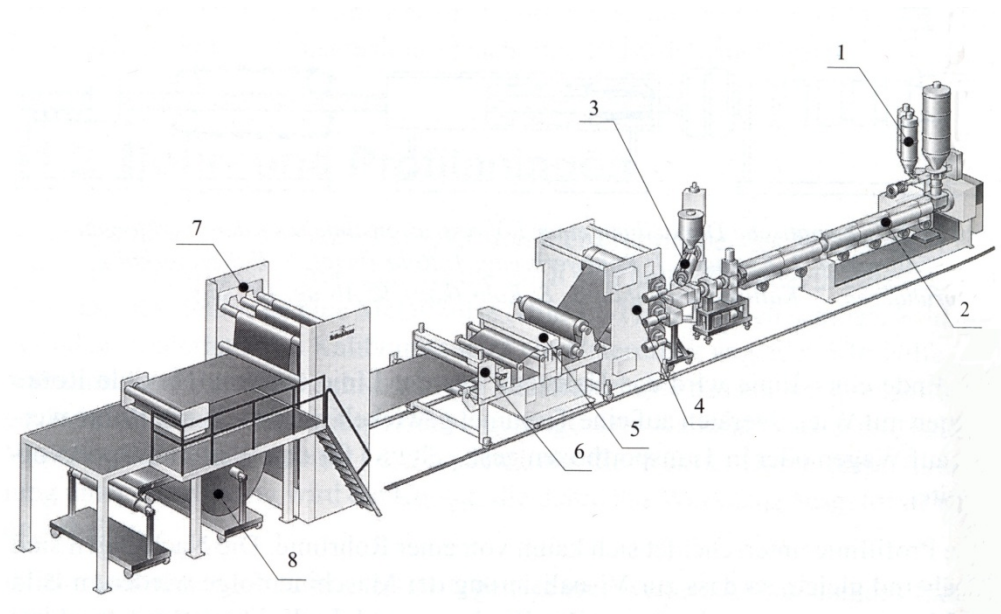
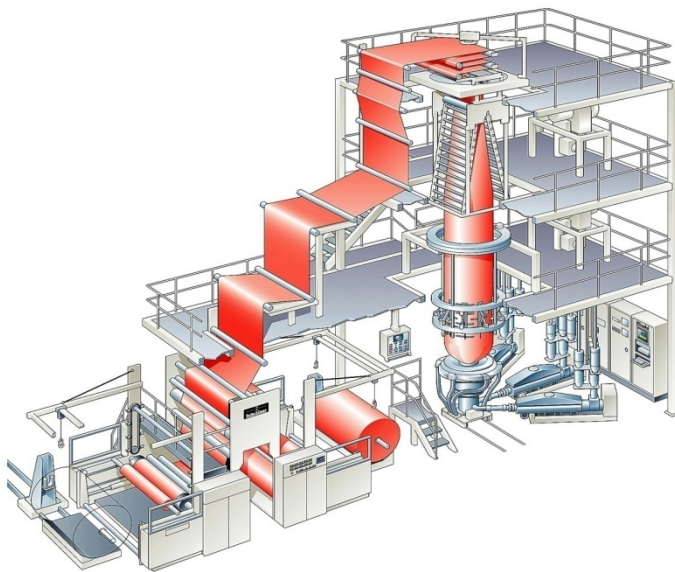
Anlage für 3 Schicht-Blasfolie (Schlauch)





Fragen Folienextrusion

- Wann nutzt man zur Folienherstellung eher eine Breitschlitzdüse und wann eher ein Blasfolienverfahren?



- Was ist die sog. Frostlinie?

Extrusion

Extruderarten

Extruderaufbau

HELIBAR® - Sonderverfahren

▪ Extrusionswerkzeuge

- Rohre und Profile
- Platten und Flachfolien
- Schlauch- und Blasfolien
- **Extrusionsblasformen (Flaschenherstellung)**

Coextrusion

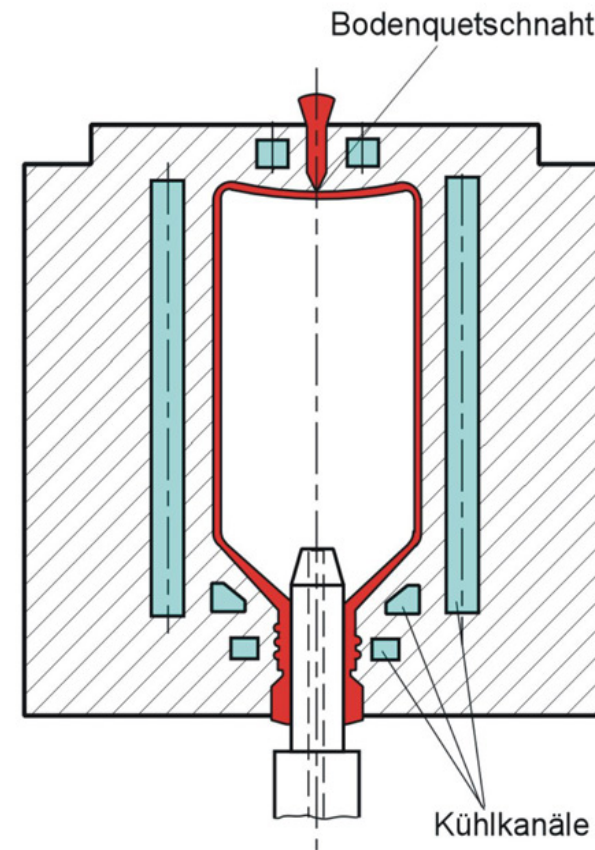
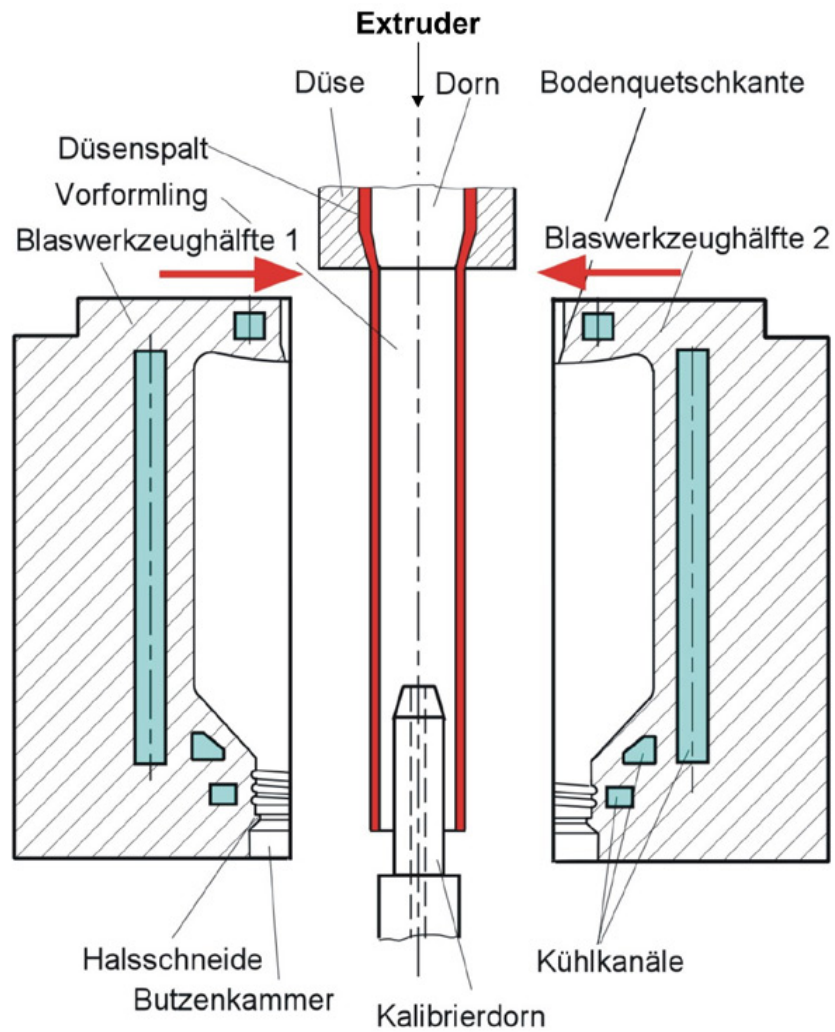
Extrusionblasformen

Hohlkörper aus thermoplastischen Kunststoffen werden heute überwiegend im Extrusionsblasformen hergestellt.



Der Begriff Hohlkörper umfasst Verpackungsartikel wie **Flaschen**, **Kanister** oder **Fässer**, aber auch technische Teile wie Lüftungskanäle, Surfbretter, Kraftstoffbehälter oder Kofferhalbschalen.

Blasformwerkzeug



Extrusion Blow Molding

Extrusion

Extruderarten

Extruderaufbau

HELIBAR® - Sonderverfahren

▪ Extrusionswerkzeuge

Coextrusion

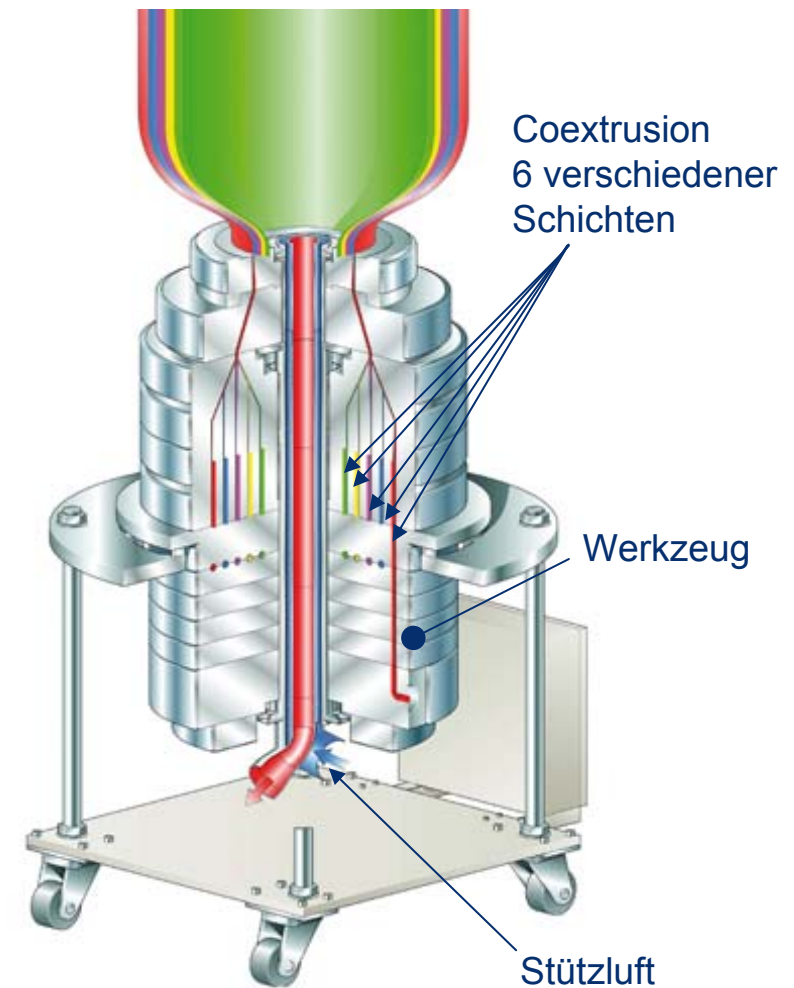
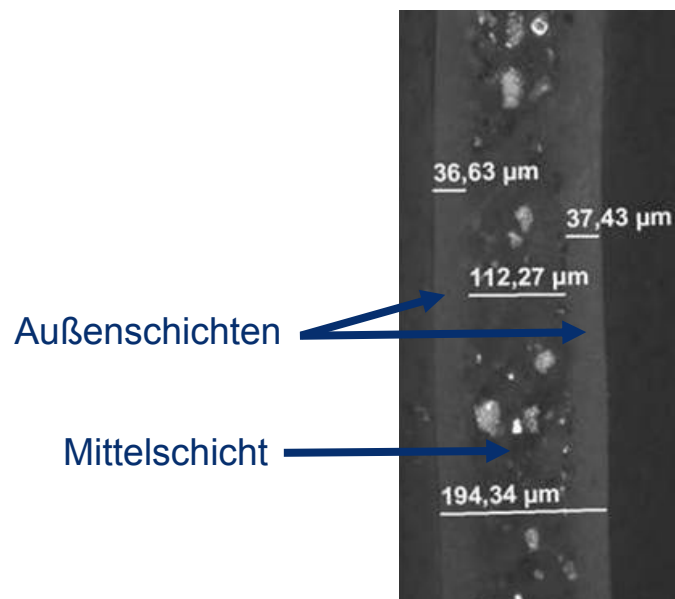
- **Schlauch und Blasfolie**
- Ummantelung von Elektroleitungen

Extrusionswerkzeuge Schlauch und Blasfolie

Coextrusion verschiedener Kunststoffe

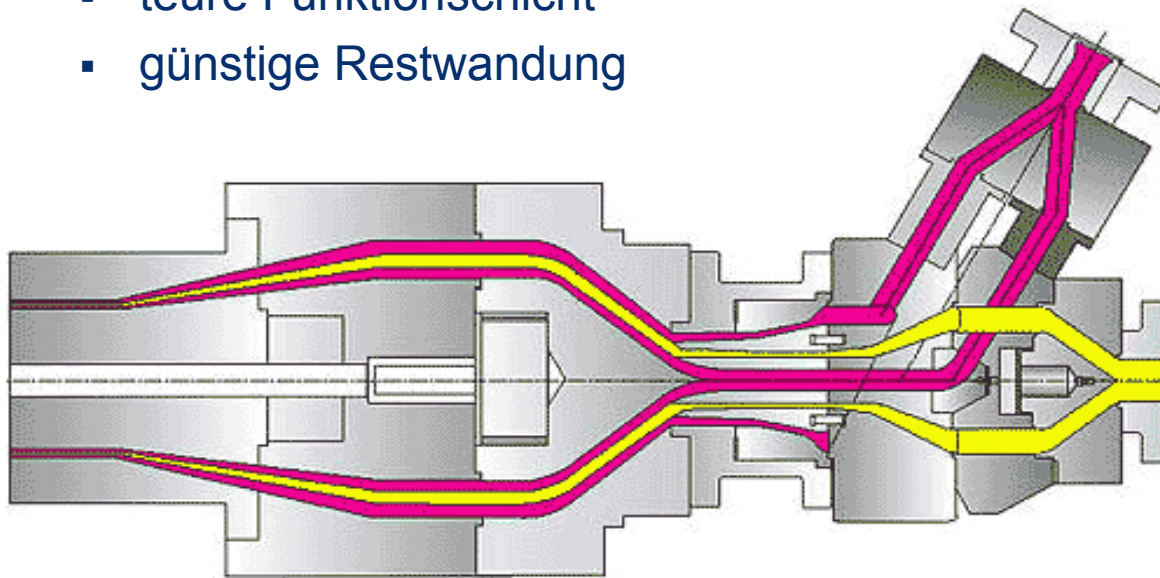
- Bariereigenschaften
- Chemikalienbeständigkeit
- edle Oberfläche

Mikroskopaufnahme einer 3-Schicht-Folie



Coextrusion

- Coextrusion zur Materialkostenreduktion
 - teure Funktionschicht
 - günstige Restwandung



Co-Extrusionsdüse

Co-extrudierte Rohre



Coextrusion

3 Linien für die Coextrusion von Schläuchen



Extrusion

Extruderarten

Extruderaufbau

HELIBAR® - Sonderverfahren

▪ Extrusionswerkzeuge

Coextrusion

- Schlauch und Blasfolie
- **Ummantelung von Elektroleitungen**

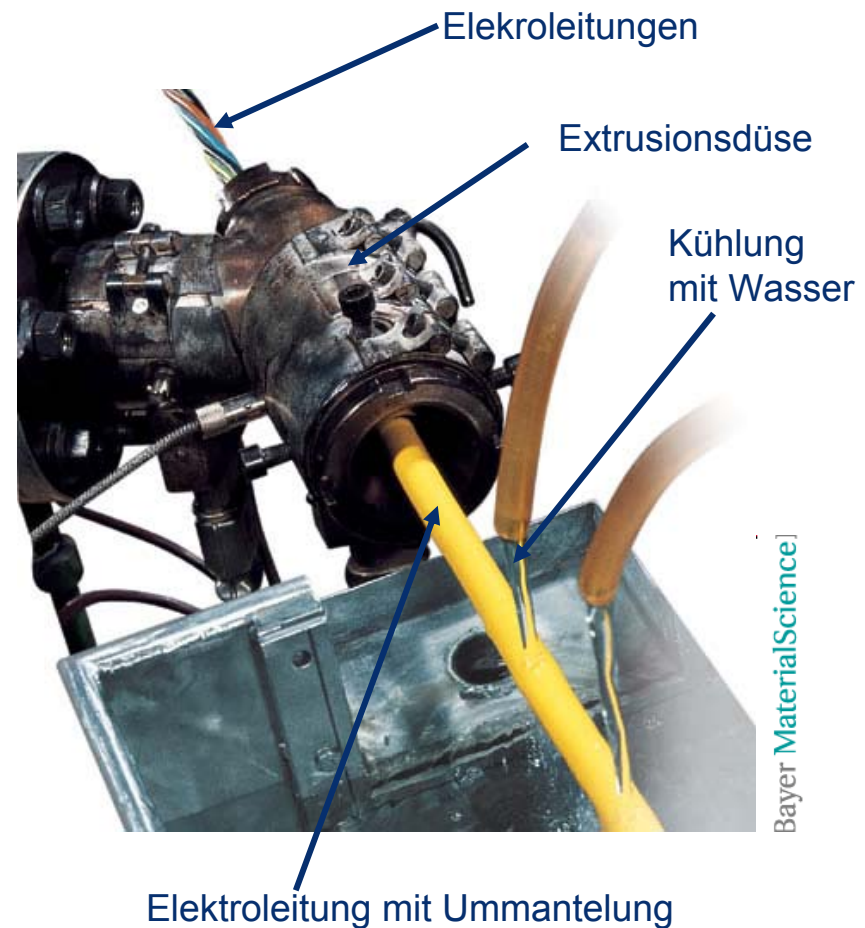
Ummantelung von Elektroleitungen

Werkzeug mit kreisförmigem Austritt

- die Pinole wird mit Schmelze umströmt
- durch die Pinole laufen die zu ummantelnden Halbzeuge (Draht, Kabel etc.)



Quelle: BASF TPU-Kabelummantelungen für Antriebe (1000 Volt)



Bayer MaterialScience]

- Welches Verfahren eignet sich, um Bobby Cars aus Kunststoff herzustellen?



- Warum kann durch Anwendung eines Co-Extrusionsverfahrens Geld gespart werden?

Antwort Bobby Car Frage





Kunststofftechnik

Verarbeitungstechnik: Einführung in die Extrusion

Prof. Dr.-Ing Christian Bonten

Institut für Kunststofftechnik
Böblinger Straße 70
70199 Stuttgart