

Packmittelherstellung

5.5 Spritzgieß-Blasformen

5.6 Extrusions-Blasformen

5.7 Tauchblasformen

5.8 Rotationsformen

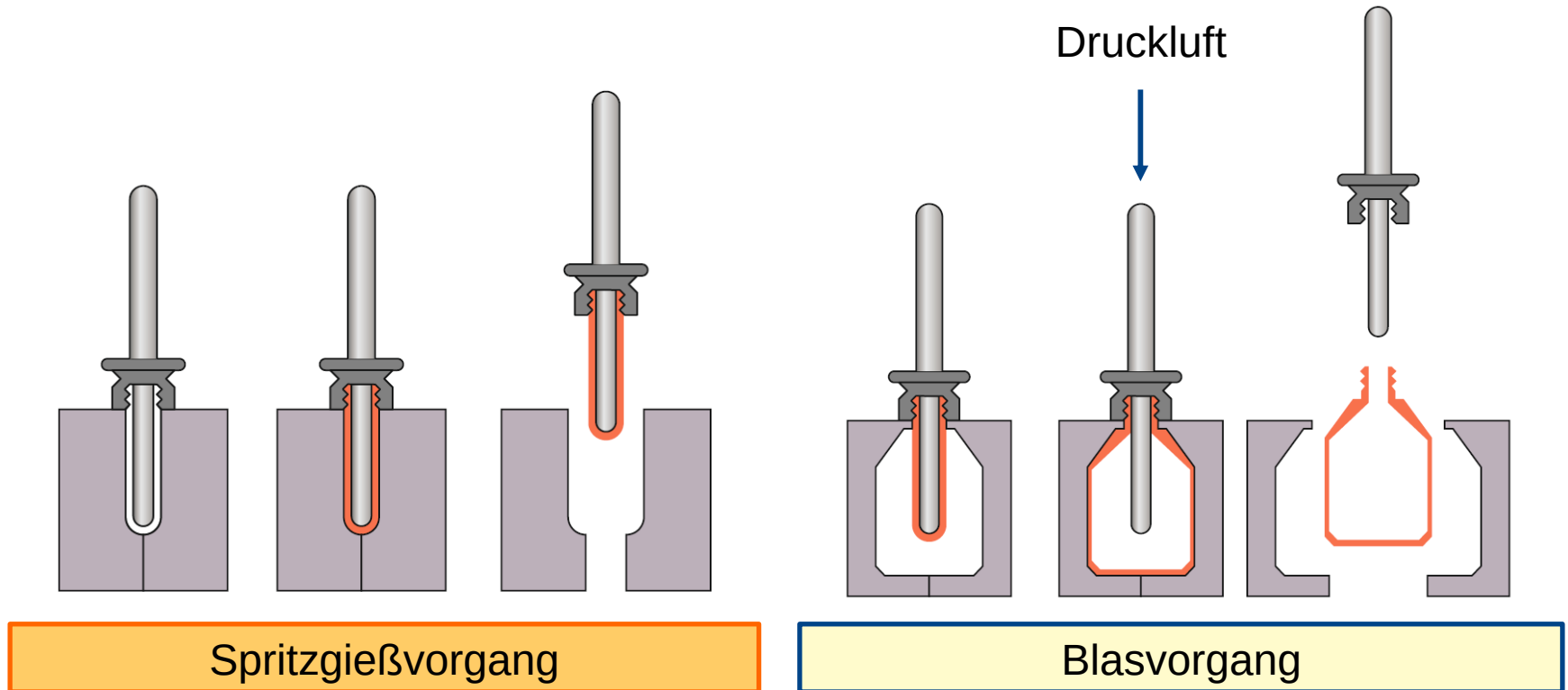
5.9 Herstellung von Kunststoffschäumteilen

5.5 Spritzgieß - Blasformen

1. **Vorformling (Preform) in zylindrischer Form mit angeformtem Gewinde → klassischer Spritzgießvorgang**
2. **Vorformling wird in ein anderes Werkzeug umgesetzt und zur endgültigen Kontur aufgeblasen**
 - Verfahren zur Herstellung von Behältern
 - je nach Anwendung Blasprozess unmittelbar im Anschluss an den Spritzvorgang (kombinierte Spritz-Blasanlage) oder beim Abfüller auf einer separaten Blasformstation der Abfüllanlage
 - Anwendungen in der Getränkeindustrie zunehmend mit mehrlagigen Verbundwerkstoffen (Multilayer)

5.5 Spritzgieß - Blasformen

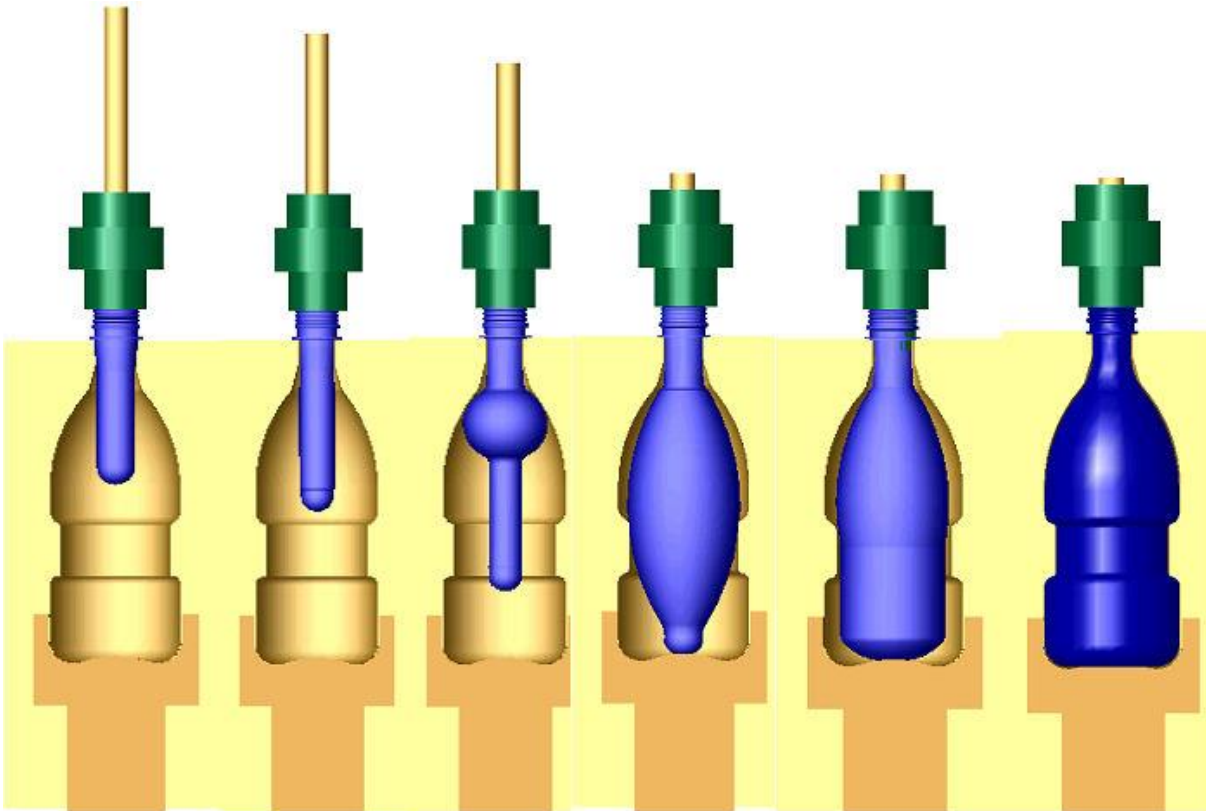
Verpackungstechnologie | 5.5 Spritzgieß-Blasformen



Quelle: Baur et.al.: „Saechtling Kunststoff Taschenbuch“, 31.Ausgabe, Carl Hanser Verlag, München, 2013

5.5 Spritzgieß – Streck-Blasformen

Verpackungstechnologie | 5.5 Spritzgieß-Blasformen



Quelle: Ottmar Brandau, <https://de.wikipedia.org/wiki/Kunststoffverarbeitung/>, Download am 05.04.2016

5.5 Spritzgieß - Blasformen

Spritzstreck-Blasverfahren

- spezielle Variante des Spritzgieß-Blasformens
- gezielte Verstreckung des Formling in zwei Richtungen
- Ziel: Festigkeitssteigerung und Permeationsreduzierung

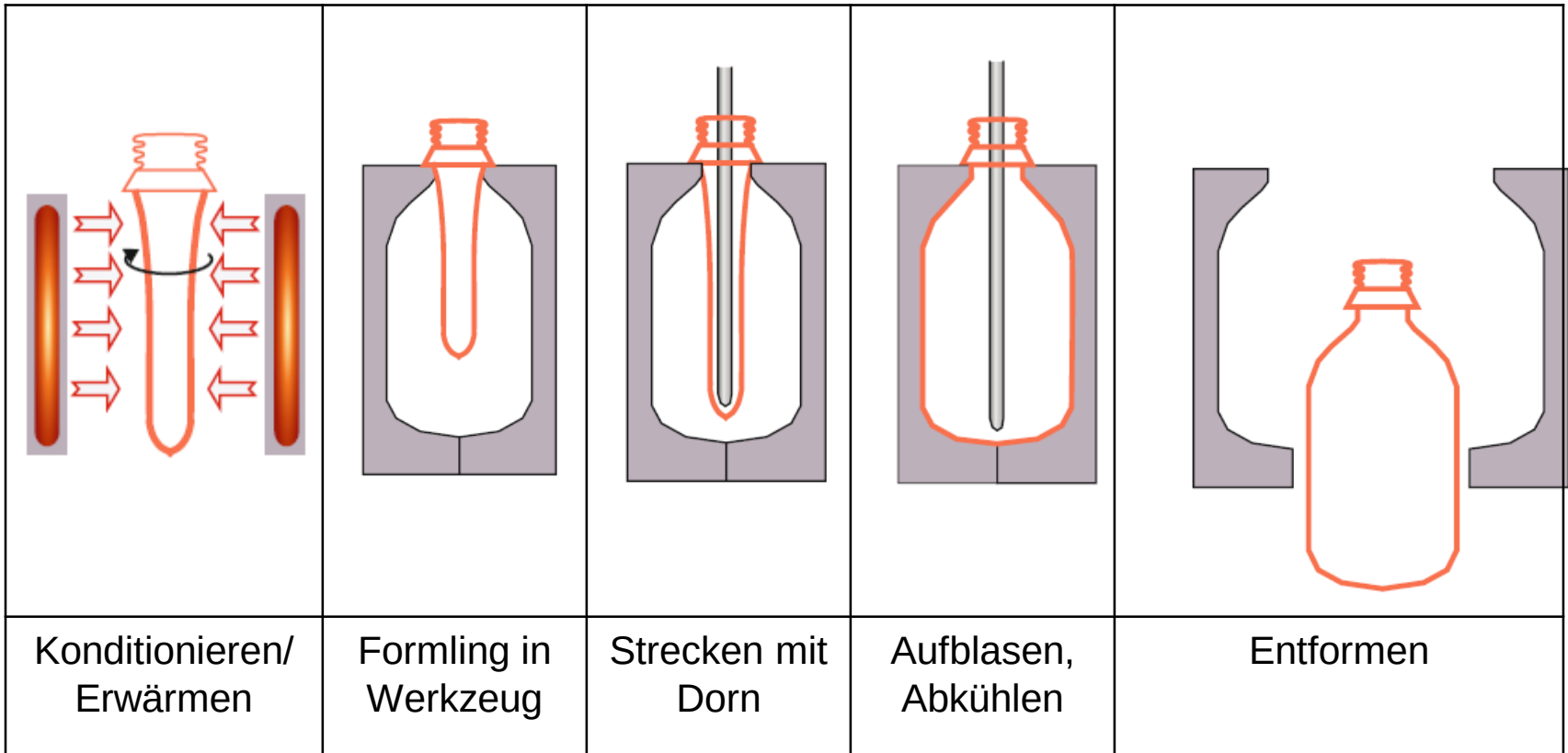
Spritzstreck-Blasverfahren

Arbeitsschritte:

1. Erstellung der Preform mittels Spritzguss
2. Konditionierung des Formlings, d.h. Formling wird partiell beheizt, vorgestreckt und vorgeblasen
3. Formstation, Behälter erhält seine endgültige Form durch gleichzeitiges Recken und Blasen
 - Blasluft → Ausweitung in Umfangsrichtung
 - ausfahrbarer Dorn → Streckung in Achsrichtung

Spritzstreck-Blasverfahren

Verpackungstechnologie | 5.5 Spritzgieß-Blasformen



Quelle: Baur et.al.: „Saechtling Kunststoff Taschenbuch“, 31.Ausgabe, Carl Hanser Verlag, München, 2013

5.6 Extrusions - Blasformen

- universelle Einsetzbarkeit
- Fertigung von Hohlkörpern im Bereich von 0,1 L bis 6.000 L
- vergleichsweise geringe Werkzeugkosten
- Werkstoffe mit einem hohen Rezyklatanteil (bis zu 80 %) verarbeitbar
- wirtschaftliche Position dieses Verfahrens im Vergleich zu anderen Blasverfahren deutlich begünstigt
- erfüllt Hygieneanforderungen für sterile und partikelarme Verpackungen

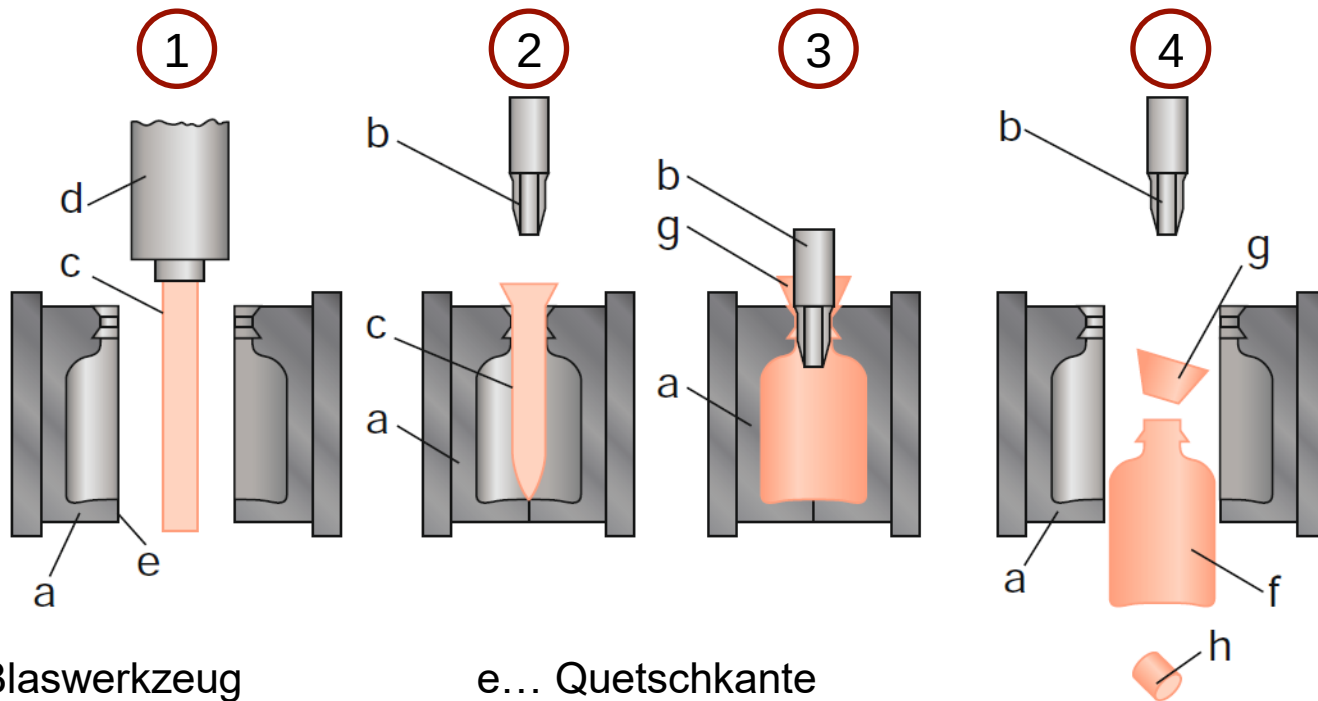
5.6 Extrusions - Blasformen

Arbeitsschritte

1. Extrusion des Vorformlings
2. Schließen des Blaswerkzeugs, das untere Ende des Vorformlings wird durch die Quetschkanten des Werkzeugs verschlossen
3. Einpressen des Kalibrierdorns, Kalibrierung der Flaschenmündung und Aufblasen des Vorformlings, Kühlen
4. Entformen des Blasteils, Abtrennen des Hals- und Bodenbutzens

5.6 Extrusions - Blasformen

Verpackungstechnologie | 5.6 Extrusions-Blasformen



a... Blaswerkzeug
b... Kalibrierdorn
c... Vorformling
d... Schlauchkopf

e... Quetschkante
f... Blasteil
g... Halsbutzen
h... Bodenbutzen

Quelle: Baur et.al.: „Saechtling Kunststoff Taschenbuch“, 31.Ausgabe, Carl Hanser Verlag, München, 2013,

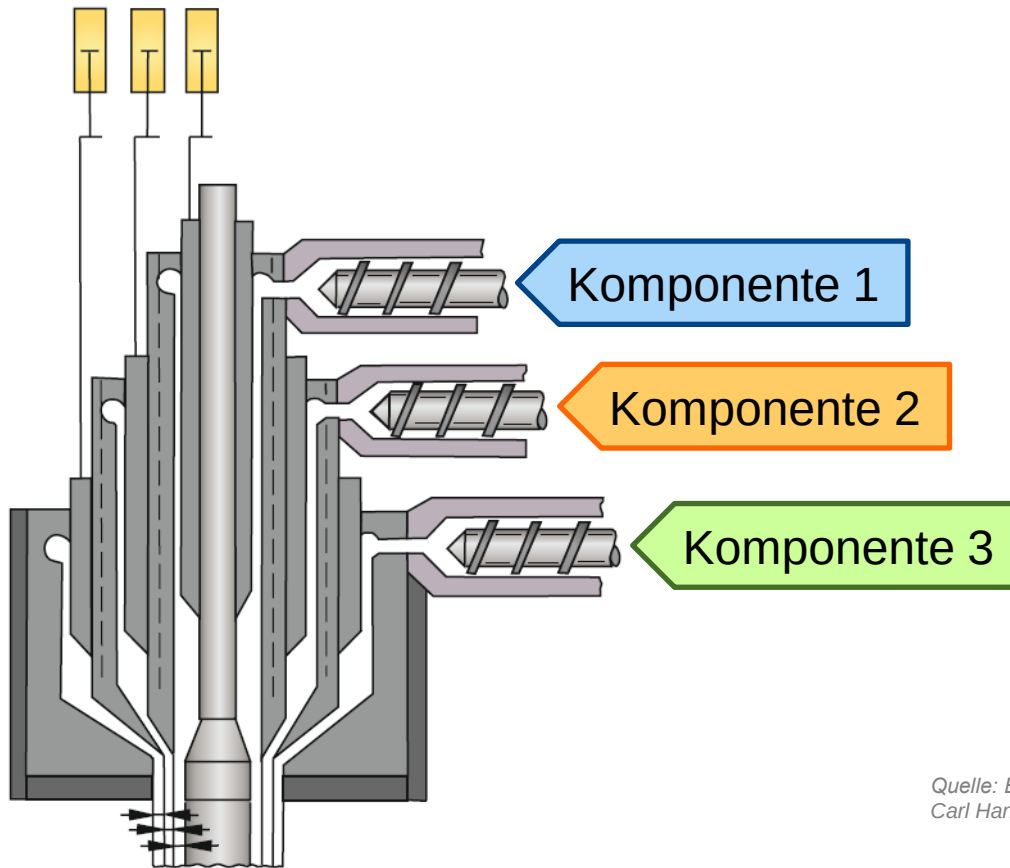
Coextrusion von Hohlkörpern

- Substitution von Glas und Metall als Packstoff durch coextrudierte Kunststoffe (speziell im Lebensmittel-, Pharma- und Chemiebereich)
- Nachteil der Kunststoffe (zu geringe Barriereigenschaften) kann durch coextrudierte Werkstoffe ausgeglichen werden
- Basismaterial kann zusätzlich mit Sondereigenschaften für eine bestimmte Funktion ausgestattet werden
- Coextrusionsanlagen: Werkstoffe mit verschiedenen Verarbeitungseigenschaften werden, meist unter Verwendung von Haftvermittlern, in einem Halbzeug (Folie oder Vorformling) vereint

Coextrusion von Hohlkörpern

- je nach Anwendung 3 bis 7 Schichten
- minimale Schichtdicken von 20 μm
- typische Trägerstoffe (Mittelschicht): LD-PE, HD-PE und PP (ausreichende mechanische Stabilität, günstige Weiter-verarbeitungseigenschaften), Einsatz von Rezyklat
- typische Barrierewerkstoffe: PC, PS, PAN, PET, EVOH, PA und POM
- typische Eigenschaften: niedrige Permeationswerte, hoher Glanz, Kratzfestigkeit, hohe Formbeständigkeit, gute Temperaturbeständigkeit

Verpackungstechnologie | 5.6 Extrusions-Blasformen

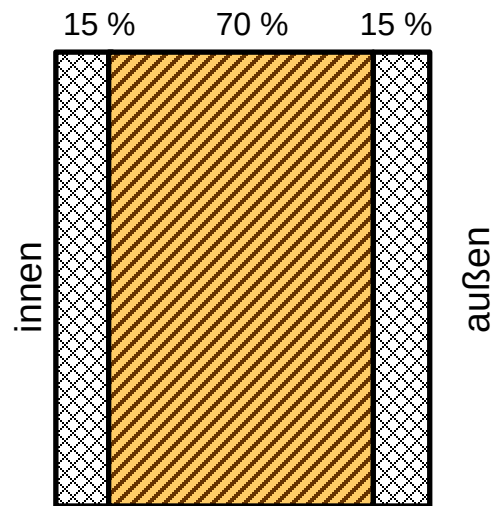


Coex-Akku-Kopf mit
konzentrischen
Ringkolbenspeichern

Quelle: Baur et.al.: „Saechtling Kunststoff Taschenbuch“, 31.Ausgabe,
Carl Hanser Verlag, München, 2013

Coextrusion von Hohlkörpern

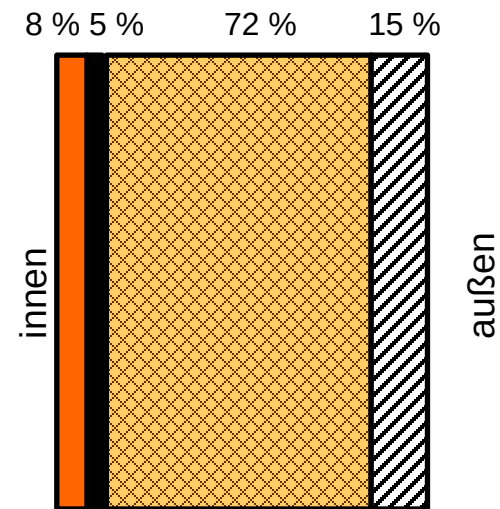
Typische Schichtaufbauten



3-schichtiger Wandaufbau mit
70 % Rezyklat (ohne Barriere,
keine Lebensmittelverpackung)

HDPE
Rezyklat

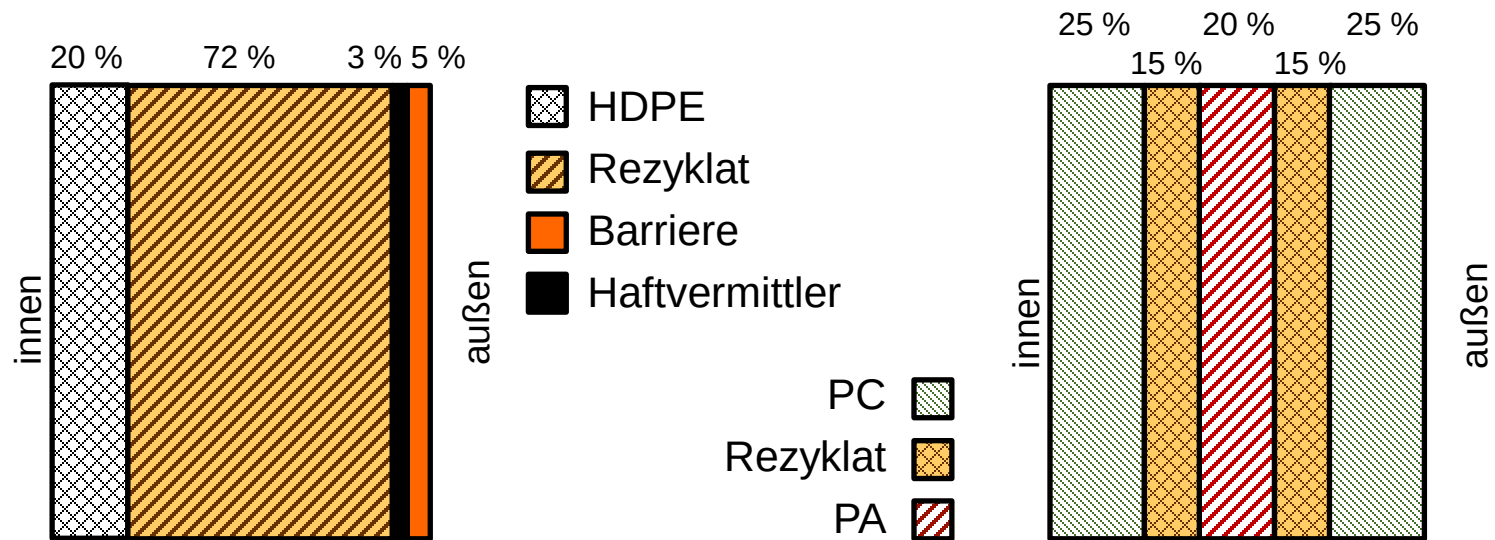
Barriere
Haftvermittler
Rezyklat/ HDPE
Dekor



4-schichtiger Wandaufbau
mit 72 % Rezyklat (mit
Innenbarriere)

Coextrusion von Hohlkörpern

Typische Schichtaufbauten



4-schichtiger Wandaufbau mit
72 % Rezyklat (Außenbarriere,
Kosmetikflasche)

5-schichtiger Wandaufbau mit
30 % Rezyklat (ohne Barriere,
Mehrweg-Druckflasche)

5.6 Extrusions - Blasformen

Verfahrensvergleich

Verfahren	Spritzgieß-Blasformen	Extrusions-Blasformen
Eignung	für Druckbehältnisse geeignet	für Druckbehältnisse ungeeignet
max. Volumen	ca. 20 dm ³	ca. 5000 dm ³
Materialvielfalt	groß	groß (oft mehrschichtig, hoher Rezyklatanteil möglich)
Preis	teuer – hohe Werkzeugkosten	preiswert - niedrige Werkzeugkosten
Formenvielfalt	groß	klein durch festgelegten Ringdüsendurchmesser
Abformgenauigkeit	sehr hoch (Gewinde/Passfähigkeit)	gering (Verschlüsse erfordern oft Dichtungen)

5.7 Tauchblasformen

- zur nahtlosen Fertigung schlanker, wenig konturierter Formen
- Typische Anwendungen sind einfache, schlanke Formen mit wenig Kontur (KS-Ampullen, Kondome, Innenbeschichtungen von Metallverpackungen)

5.7 Tauchblasformen

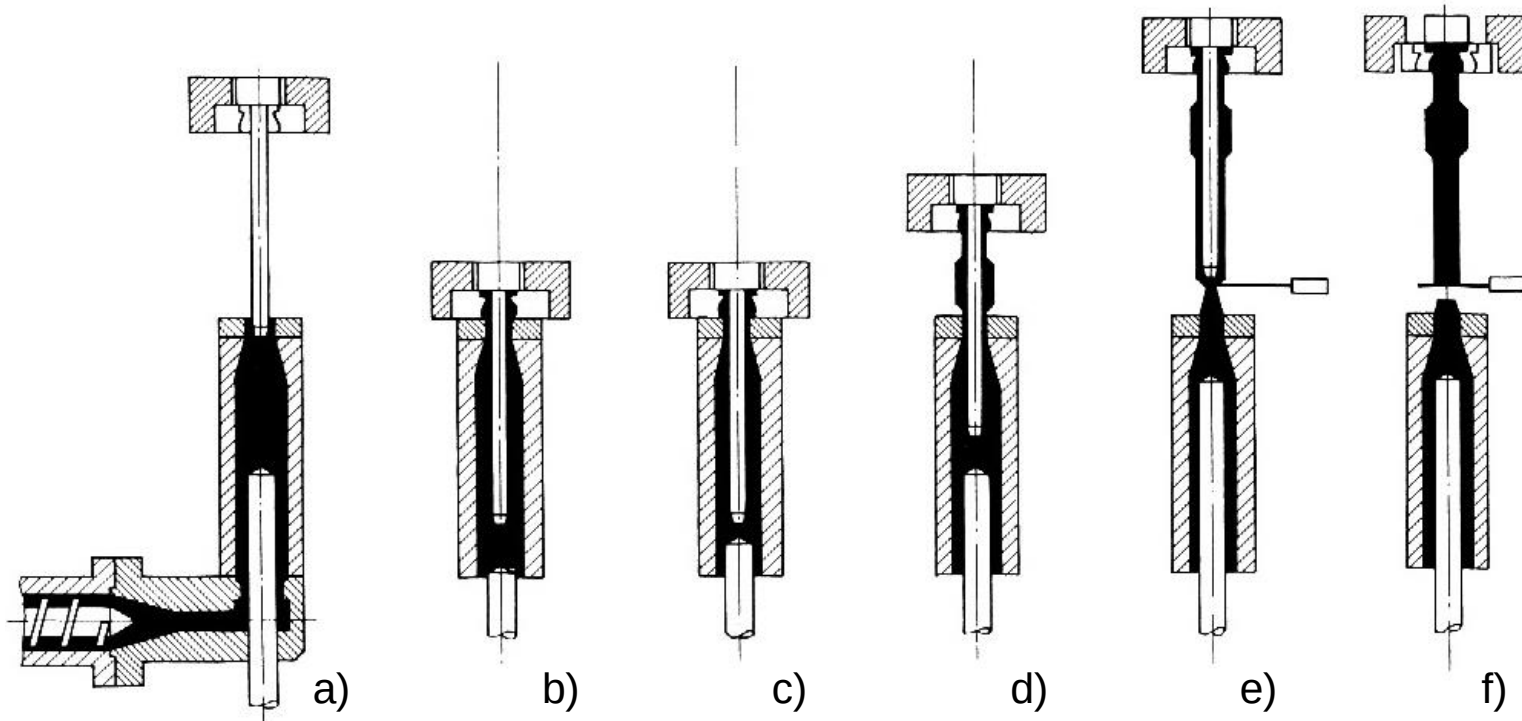
Arbeitsschritte

1. Dorn wird in die Schmelze in einer Tauchkammer (geschlossen) getaucht und wieder herausgehoben, Schmelzefilm bleibt am Dorn
2. mittels Tauchkolben wird gleichläufig zum Herausheben des Blasdornes ein Druck in der Schmelze erzeugt, um verschiedene Wanddicken zu generieren
3. Anschließend wird der Vorformling abgetrennt, in die Blaskammer befördert und dort fertig ausgeformt

5.7 Tauchblasformen

Verpackungstechnologie | 5.7 Tauchblasformen

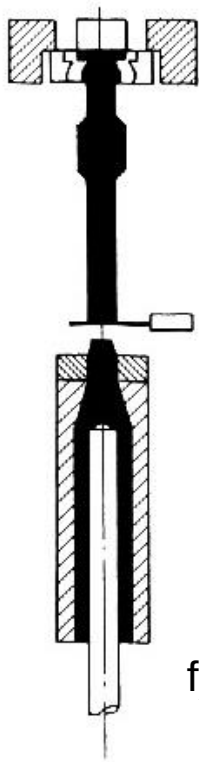
Quelle: Otto E. Ahlhaus.: „Verpackung mit Kunststoffen“, Hanser Fachbuch Verlag, 1997



- a) Blasdorn taucht in die Tauchkammer ein b) Halswerkzeug sitzt auf Tauchkammer auf
c) Halsteil wird angespritzt d) Blasdorn und Tauchkolben bewegen sich gleichsinnig
e) Tauchkammerkolbenbewegung beendet f) Messerschnitt trennt Vorformling ab

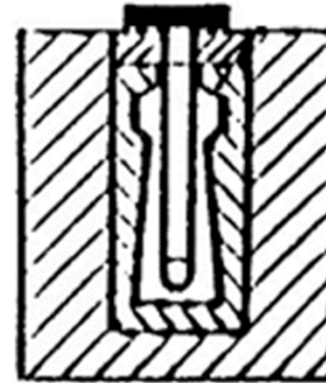
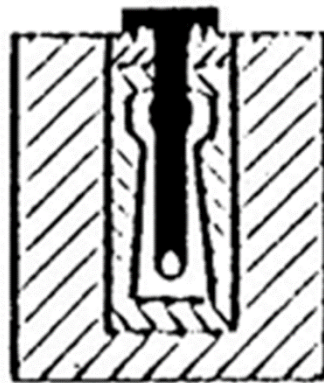
5.7 Tauchblasformen

Verpackungstechnologie | 5.7 Tauchblasformen



f)

f) Messerschnitt trennt Vorformling ab



g)

g) Vorformling wird in Blaskammer überführt und fertig geblasen

Quelle: Otto E. Ahlhaus.: „Verpackung mit Kunststoffen“, Hanser Fachbuch Verlag, 1997

5.7 Tauchblasformen

Vorteile

- ansatzloses Formteil (keine Quetschnaht, kein Anspritzpunkt)
- sicheres, stabiles Herstellungsverfahren (linearer Ablauf)
- keine Fließmarkierungen

Nachteile

- geringe Formenvielfalt
- spezielle KS-Eigenschaften (Schmelzviskosität)
- unpräzise, Gewinde und Passungen schließen nicht dicht

5.8 Rotationsformen

- zur nahtlosen Fertigung großer Behälter, wie z.B. Containern oder Tanks usw.
- typische Anwendungen:
Erdtanks, großformatige KS-Verkleidungen, Maschinengehäuse, Möbel
jeweils in geringen
Losgrößen (20 - 2.000 Stck/a)

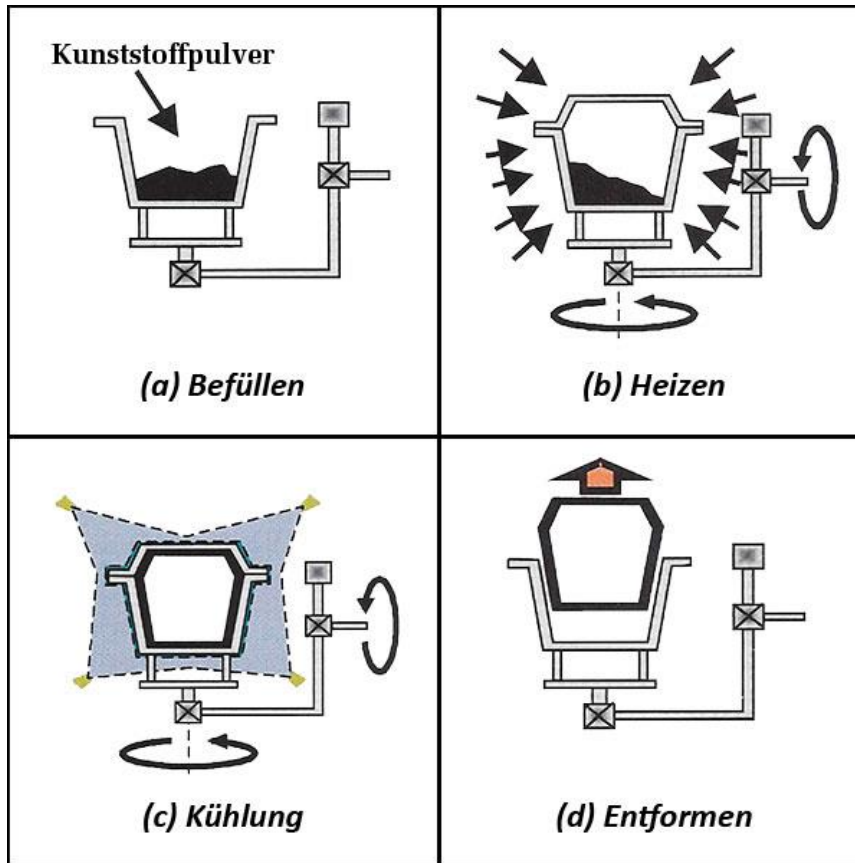
5.8 Rotationsformen

Arbeitsschritte

1. direktes Aufschmelzen und Angelieren eines Masseroh-gemisches in flüssigem, pastösem oder pulverförmigem Zustand in einer offenen oder teilweise geschlossenen, mehrteiligen, beheizten Hohlform
2. langsame biaxiale Rotation (10 - 40 U/ min zur möglichst gleichmäßigen Verteilung der Masse und damit gleichmäßigen Wanddickenausbildung
3. sobald eine ausreichende Schicht an der Formwand gebildet ist, wird der Schmelzvorgang gestoppt, die Form mit Luft gekühlt und ggf. die noch nicht aufgeschmolzene Masse ausgeschüttet

5.8 Rotationsformen

Verpackungstechnologie | 5.8 Rotationsformen



Quelle: <http://rotoworldmag.com/wp-content/uploads/2012/08/figs-lang/fig1-ger.jpg/>, Download am 05.04.2016

5.8 Rotationsformen

Vorteile

- billige Werkzeuge durch druckloses Ausformen
- mehrschichtiger (Sandwich-) Aufbau der Wandung möglich

Nachteile

- extrem langsames Verfahren
- geringe Formenvielfalt möglich
- eingeschränkte Materialauswahl

5.8 Rotationsformen

Probleme

- auszuformendes Produkt klebt am Werkzeug (Beschichtung oder Trennfilm gegen Kleben)
- unregelmäßiges Schrumpfen → Verziehen des Formlings (langsames Abkühlen oder leichter Überdruck im Werkzeug)
- Blasenbildung an der Oberfläche (Massevortrocknung, Verlängerung der Heizzeiten, Beschickung verlangsamen)
- ungleichmäßige Wanddickenverteilung (Drehzahlverhältnis und Drehrichtung ändern)

5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Schäume - allgemein

- gewichtsmäßiger Anteil von Schaumverpackungen an der Packmittelproduktion in Deutschland: 4%
- Gasanteilen von bis zu 98,5 Masseprozenten in einzelnen Packstoffen
- Schaumstoffdichten werden üblicherweise in RG (Raumgewicht in kg/ m³) angegeben
 - leichte Schäume RG zwischen 100 kg/ m³ und 350 kg/m³
 - schwere Schäume RG bis 800 kg/ m³
 - schwere Intergralschäume bis 1.000 kg/ m³

5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Schäume - allgemein

Struktur und Größe der Zellen bzw. Poren kann unterschiedlich sein:

- offenzellig: die Zellen stehen untereinander in Verbindung
- geschlossenzellig: Zellen haben keine Verbindung (Berührung)
- gemischtzellig: es gibt Zellen mit und ohne Verbindungen
- mikrozellig: Zellendurchmesser unter 0,5 mm
- feinzellig: Zellendurchmesser beträgt ca. 1,0 mm
- grobzellig: Zellendurchmesser über 2,0 mm

5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Schäume - allgemein

- Schäume mit gleichmäßiger Zellstruktur und mit variabler Zellstruktur
- Dichte von außen nach innen abnehmend = Integralschäume
- Unterscheidung nach Druckbelastungen: hart- und weichelastische Schäume
- harte Kunststoff-Schaumstoffe können zähhart oder sprödhart sein

5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Schäume - allgemein

- Ausgangsstoffe: fast alle thermo- und duroplastischen Kunststoffe
- bei teilkristallinen Kunststoffen wie PE, PP und deren Copolymeren müssen diese entweder in sehr hochmolekularer Form vorliegen oder teilvernetzt sein
- Herstellung von Schaumformteilen, Schaumstoffplatten, -blöcken, -folien und -profilen

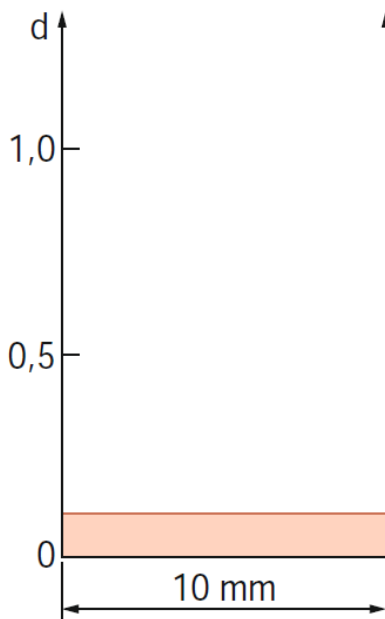
5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Schaumstrukturen

Quelle: Baur et.al.: „Saechtling Kunststoff Taschenbuch“, 31.Ausgabe, Carl Hanser Verlag, München, 2013

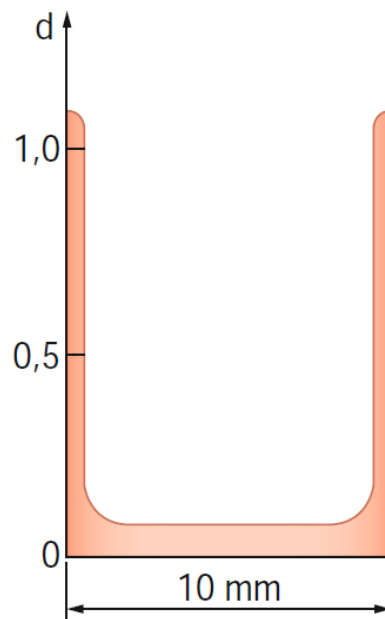
A) Schaumstoff ohne Haut

$$\rho = 0,1 \text{ g/cm}^3$$



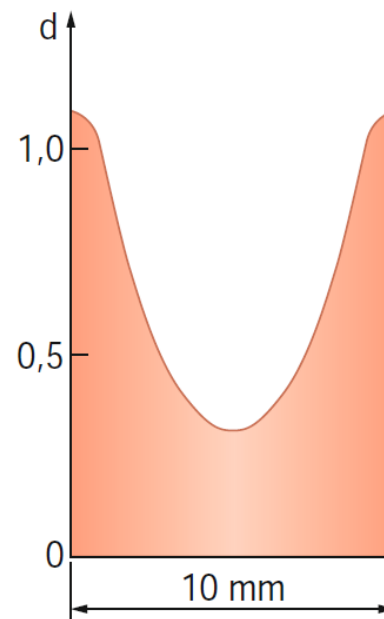
B) Strukturschaumstoff

$$\rho = 0,2 \text{ g/cm}^3$$



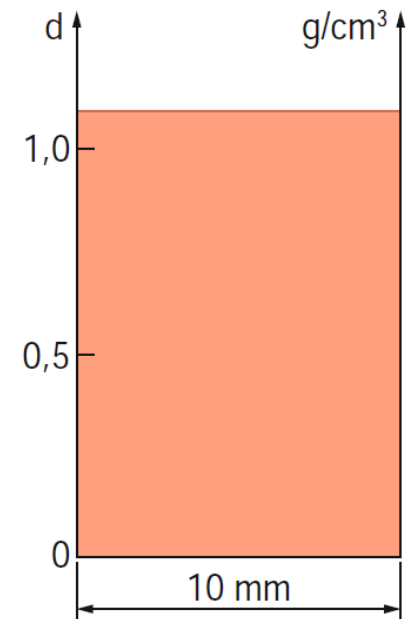
C) Strukturschaumstoff

$$\rho = 0,6 \text{ g/cm}^3$$



D) kompakter Werkstoff

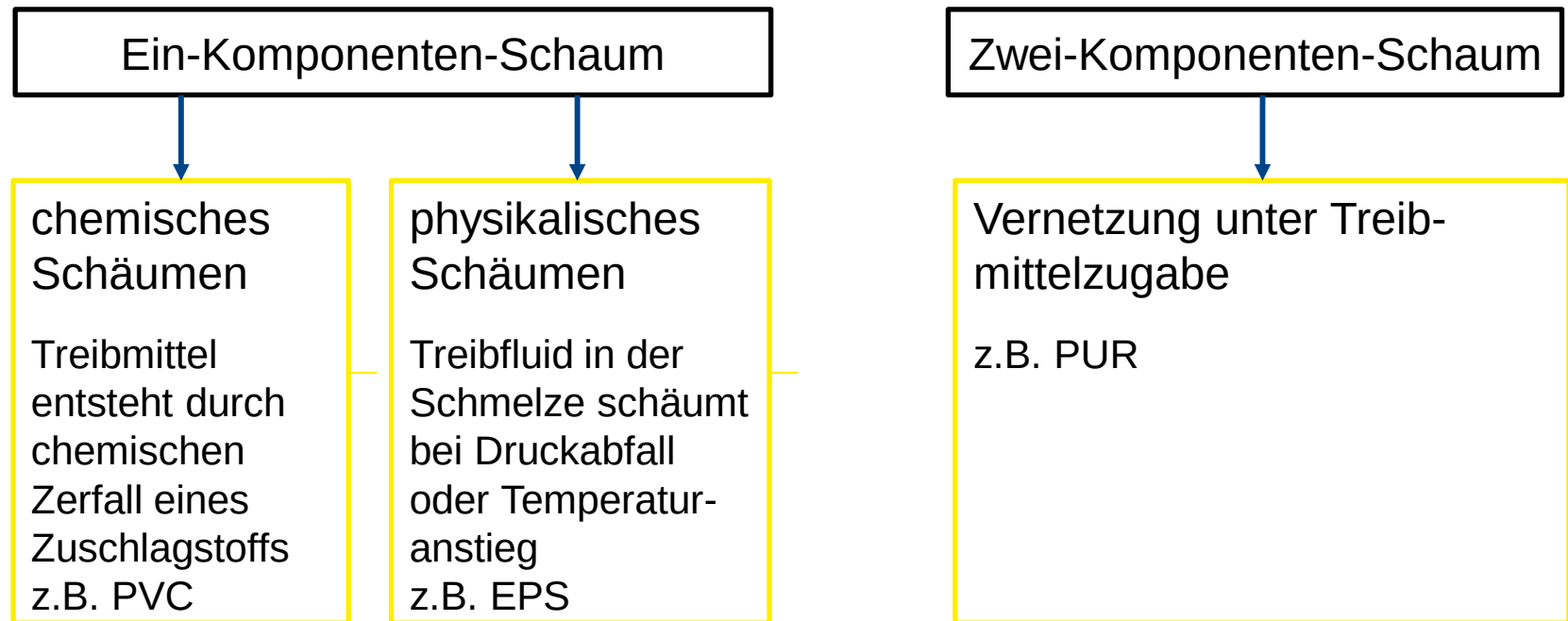
$$\rho = 1,1 \text{ g/cm}^3$$



Dichteverlauf von Strukturschaumstoffen über den Querschnitt

5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Klassifizierung



5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Basistechnologie Schäumen

- chemisches Schäumen: im Kunststoff gelöste Treibmittel oder bei der Vernetzungsreaktion entstehende Gase werden freigesetzt
- physikalisches Schäumen:
 - Beimischung von CO_2 oder N_2 zur Schmelze unter Druck in der Plastifizierungszone des Extruders oder des Spritzgieß-zylinders
 - bei Austritt aus der Düse schäumt die Schmelze aufgrund der Druckentlastung auf und wird durch Kalibriereinrichtungen auf Maß gebracht oder füllt die Kavität im Spritzgießwerkzeug

5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Integralschaumstoffe

- Schäumen in Formen (TSG) oder auf Bandanlagen zwischen Silikonpapieren / -folien (TSE und RIM)
- Ergebnis: KS-Schaumformteil mit einer geschlossenen, glatten Oberfläche und einem unterschiedlich dichten Schaumkern
- Effekte:
 - geringe Masse bei einem hohen Volumen
 - Steifigkeit, Isolationsfähigkeit, Dichtwirkung
 - Polsterwirkung (elastische KS)
 - abriebfeste Außenhaut (keine Wasseraufnahme, kein Staub)

5.9 Herstellen von Kunststoffschaumteilen

Integralschaumstoffe

- Anwendung in Verpackungen:
 - Polsterschäume
 - Schaumformteile
 - Schaumfolien
 - Füllstoffe für Hohlräume (z.B. Fluppies)
 - Trays, Becher, Schalen ...
 - Flaschenkästen, Paletten
 - Sonderform: Instapak® (Knüppel-Verpackung)



Quelle: <https://www.knueppelshop.de/upload/IM0000311.JPG/>, Download am 06.04.2016r

5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Schäume mit gleichmäßiger Zellstruktur

- Partikelschaumstoff-Verfahren (Styropor®-Verfahren)
 - Stufen-Sinter-Verfahren
 - bekannteste und verbreitetste Anwendung: aus Polystyrol hergestelltes Styropor® (EPS), aber auch PP (EPP) und PE (EPE)
- Reaktionsspritzgießen (Reaction Injektion Molding, RIM)
 - hauptsächlich zur Herstellung von Schaumstoffen aus PUR
 - auch für Integralschaumstoffe geeignet

5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Verpackungstechnologie | 5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Partikelschaumstoff-Verfahren

Verfahren
1

- Vorschäumen des griesartigen, treibmittelhaltigen Granulates bei ca. 100 °C Wasserdampf
- Partikel mit Treibgas (Penthan) werden zu mehrere Millimeter großen Kügelchen aufgebläht (40- bis 80- faches Volumen)
- Zwischenlagern an der Luft → Luft dringt in die „Ballons“ ein, während das Treibgas kondensiert

Verfahren
2

- Ausschäumen im Werkzeug durch Wasserdampfeinwirkung bei 115 -120°C
- Durch die Expansion des Treibgases und der enthaltenen Luft, sintern die einzelnen Ballon-Partikel zu einer kompakten Masse zusammen. (Anschmelzen der Oberfläche)

5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Verpackungstechnologie | 5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Reaktionsspritzgießen (Reaction Injektion Molding, RIM-Verfahren)

Verfahren 1	▪ Niederdruckverfahren ▪ Komponenten werden in Rührwerken vermischt ▪ Verarbeitung von großen Mengen und kontinuierlich über längere Zeit
Verfahren 2	▪ Gegenstrom-Injektionsvermischung ▪ Reaktionskomponenten werden unter Arbeitsdrücken von 100 - 300 bar verarbeitet (auch Hochdruckverfahren genannt) ▪ eignet sich für sehr hohe Austragsleistungen ▪ Herstellung von Integralschaumstoffprodukten und Halbzeugmaterial (Blöcke und Profile)

5.9 Herstellen von Kunststoffschäumteilen

Verpackungsrelevante Eigenschaften von Schäumen

- vibrationsabsorbierend
- variabel stoßabsorbierend
- temperaturisolierend
- einstellbar elektrisch leitend
- schallabsorbierend