

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Verarbeitungstechniken (6)</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 137	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Extruder</i> <i>Allgemeine Infos (4)</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 138
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Konventionelle 3-Zonen-Schnecke</i> <i>Aufbau</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 139	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Konventionelle 3-Zonen-Schnecke</i> <i>Kennzahlen</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 140
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Konventionelle 3-Zonen-Schnecke</i> <i>Gangtiefe und Gangsteigung</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 141	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Einzugskonzepte</i> <i>Glattrohr (Temperatur und Druckverlauf)</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 142
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Einzugskonzepte</i> <i>Nutbuchsensextruder (Temperatur und Druckverlauf)</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 143	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Hochleistungsextruder Helibar</i> <i>Merkmale (2)</i> <i>Darstellung</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 144

Fördermaschine

Arbeitet kontinuierlich

Kunststoffgranulat aufschmelzen (Wärme, Druck)

Einspritzen in Formgebendes Werkzeug (Profil nehmen)

Spritzgießen

Extrusion

Blasformen

Thermoformen

Pressen

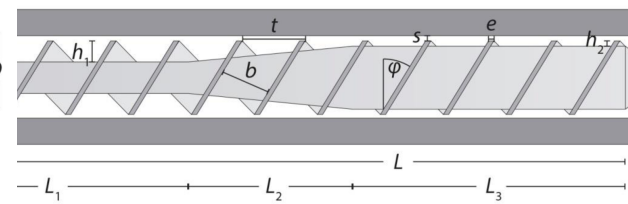
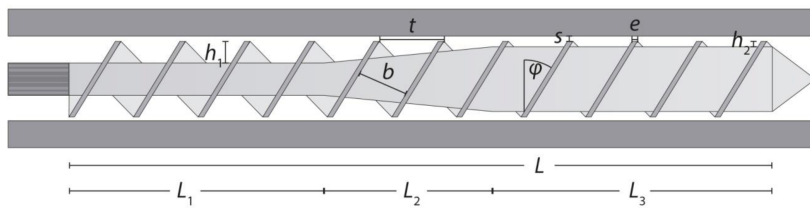
Schäume

Kunststoffverarbeitungstechnik

Kunststoffverarbeitungstechnik

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



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

Beispiel: 90-25D oder 90/25D

Legende:
 D = Schneckendurchmesser;
 d = Kerndurchmesser;
 h = Gangtiefe;
 e = Stegbreite;
 s = Schneckenpiel;

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

Anfangszone
 Material aufnehmen
 rühren
 verdichten
 erwärmen

Umwandlungs- oder Kompressionszone
 alle Zwischenzustände vom Rohzustand bis zur Schmelze

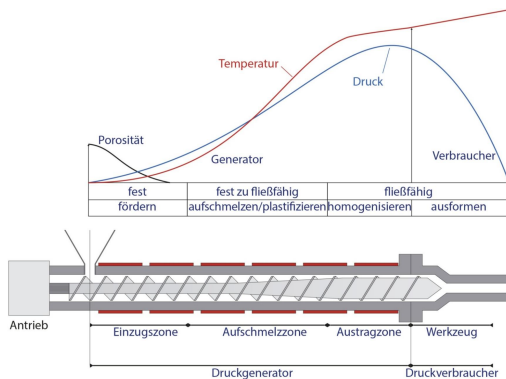
Ausstoßzone
 ■ Homogenisieren
 ■ Druck aufbauen

Kunststoffverarbeitungstechnik

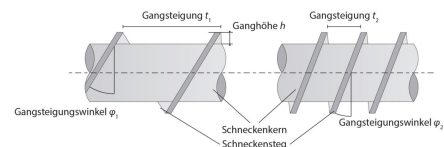
Kunststoffverarbeitungstechnik

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



Kunststoffverarbeitungstechnik



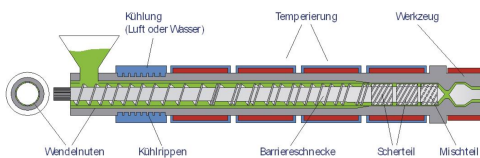
Je größer die Ganghöhe h desto mehr Material wird gefördert
 Je größer der Gangsteigungswinkel ϕ , desto größer ist die Gangsteigung t
 Je größer die Gangsteigung t , desto kleiner ist der aufgebaute Druck

Kunststoffverarbeitungstechnik

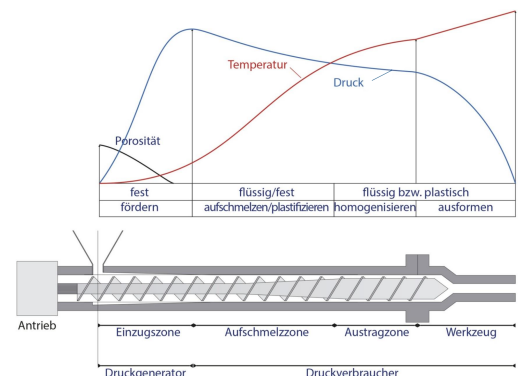
Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

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



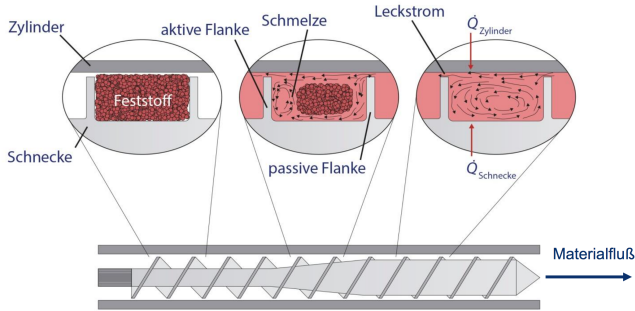
Kunststoffverarbeitungstechnik



Kunststoffverarbeitungstechnik

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Hochleistungsextruder Helibar</i> <i>Vorteile (7)</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 145	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Aufschmelzvorgang in der Umwandlungszone</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 146
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Rohr- und Proflextrusion</i> <i>Einfachstegdornhalter vs. Doppelstegdornhalter</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 147	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Form und Maße des Extruderstrangen</i> <i>Einflussgrößen (7)</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 148
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Flachfolienextrusion: Breitschlitzwerkzeug</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 149	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Blasfolienherstellung</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 150
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Produktionsanlage für 3-Schicht Blasfolie</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 151	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Extrusionsblasformen</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 152

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



Kunststoffverarbeitungstechnik

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Hohe Aufschmelzleistung mit entsprechend hohem Massendurchsatz

hohes Druckaufbauvermögen

geringer mechanischer Verschleiß

gute Schmelzhomogenität

niedriger Herstellkosten

sehr kompakte Baugröße

*Erhöhung der Durchsatzleistung um bis zu 50%
Kunststoffverarbeitungstechnik*

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Abzugskraft

Relaxation der Schmelze

Strangaufweitung

Abkühlgeschwindigkeit

Dickstellen (Lunkerbildung)

Innenliegende Stege/Rippen

Ungleiche Wandstärken

Kunststoffverarbeitungstechnik

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Einfachstegdornhalter



*Bindenähte deutlicher
evtl. schlechtere
mechanische Eigenschaften*

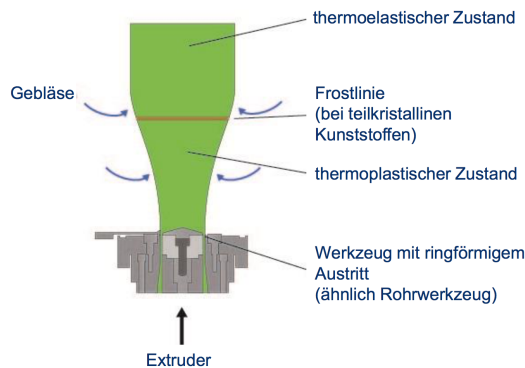
Doppelstegdornhalter



*Die Stege sind vernetzt
Bindenähte weniger
sichtbar
teurer*

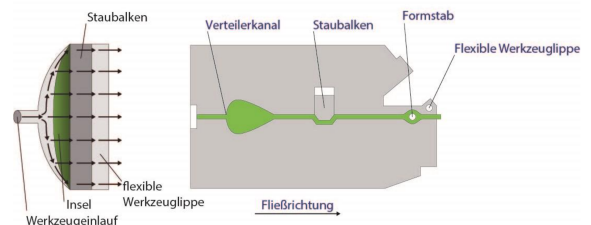
Kunststoffverarbeitungstechnik

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



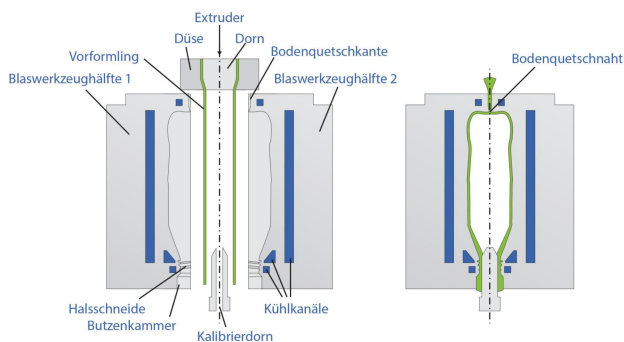
Kunststoffverarbeitungstechnik

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



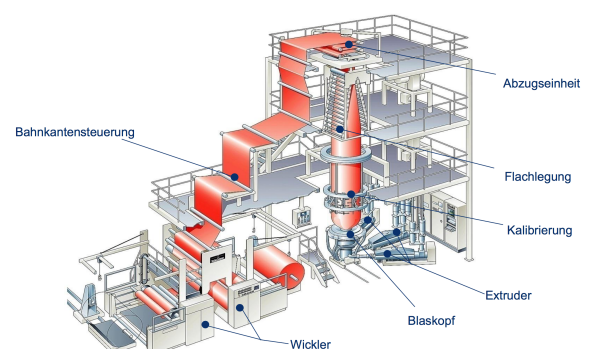
Kunststoffverarbeitungstechnik

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



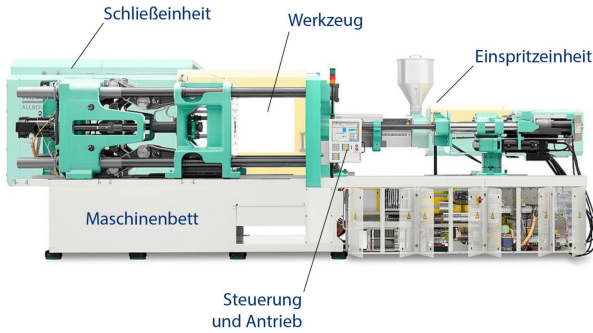
Kunststoffverarbeitungstechnik

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

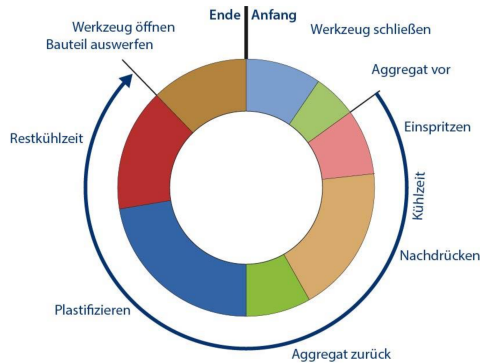


Kunststoffverarbeitungstechnik

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>CO₂-Extrusion</i> <i>Vorteile</i> Kunststoffverarbeitungstechnik 153	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Hauptkomponenten einer Spritzgießeinheit</i> Einführung in das Spritzgießen 154
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Verfahrensablauf eines Spritzgießzyklus</i> Einführung in das Spritzgießen 155	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Spritzgießzyklus</i> Einführung in das Spritzgießen 156
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>P-V-T Diagramm für das Spritzgießen</i> Einführung in das Spritzgießen 157	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Plastifizieraggregat (Rückstoppersperre)</i> <i>Nutzen</i> <i>Prinzip und Skizze</i> Einführung in das Spritzgießen 158
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Einspritzdüse</i> <i>Nutzen (4)</i> Einführung in das Spritzgießen 159	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Einspritzdüse</i> <i>Offene Einspritzdüse vs. Verschlussdüse</i> Einführung in das Spritzgießen 160

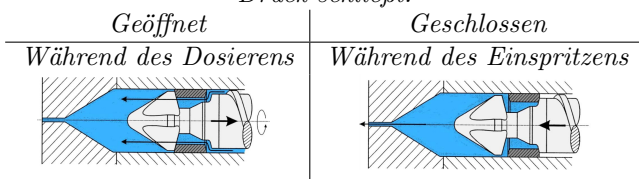


Einführung in das Spritzgießen



Einführung in das Spritzgießen

Die Rückströme verhindert das Rückfließen der Schmelze zurück in die Schneckengänge indem sie sich durch die schnellen Vorwärtsbewegung und den hohen Druck schließt.



Einführung in das Spritzgießen

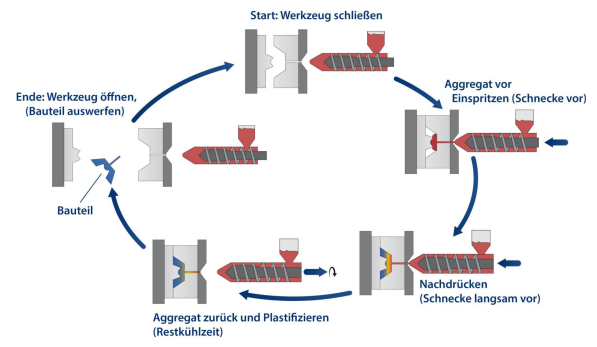
Offene Einspritzdüse :
 Hochviskose und temperaturempfindliche Kunststoffe
 leichte Reinigung
 Dosieren: wenn Ausguss erstarrt

Verschlussdüse:
 Nadelverschlussdüse
 Niedrigviskose Schmelze
 Dosieren auch nach dem Wegfahren möglich
 Weniger Wärmeverlust (kaltes Werkzeug)

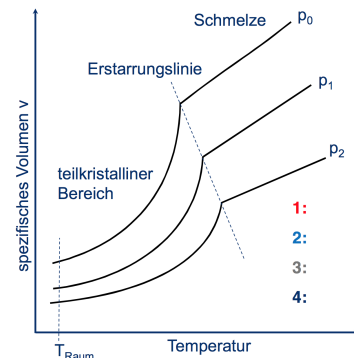
Einführung in das Spritzgießen

*Kombination von Werkstoffeigenschaften
 teure Funktionsschicht und kostengünstige, tragende Restwandung
 Kratzfeste Oberfläche*

Kunststoffverarbeitungstechnik



Einführung in das Spritzgießen



Einführung in das Spritzgießen

*Verbindung Plastifizierzylinder und Werkzeug
 Ausgleich der Durchmesserunterschiede*

*Dichtung zwischen Spritzzylinder und Werkzeug
 Verhindert den Austritt von Schmelze außerhalb der Einspritzphase*

Einführung in das Spritzgießen

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schließeinheit mit Spritzgießwerkzeug</i> <i>Nutzen (3)</i> Einführung in das Spritzgießen 161	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Funktion des Spritzgießwerkzeugs (5)</i> Einführung in das Spritzgießen 162
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Formen verschiedener Spritzgießwerkzeuge (4)</i> Einführung in das Spritzgießen 163	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Anforderungsarten an das Spritzgießwerkzeug (3)</i> Einführung in das Spritzgießen 164
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Einfluss des Spritzgießprozesses</i> <i>Nennung und Beschreibung der zwei Phasen</i> Einführung in das Spritzgießen 165	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schwindung von Kunststoffteilen</i> <i>Diagramm</i> Einführung in das Spritzgießen 166
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schwindung von Kunststoffteilen</i> <i>Formel</i> Einführung in das Spritzgießen 167	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Sonderverfahren des Spritzgusses</i> <i>Spritzprägen</i> <i>Ablauf</i> <i>Darstellung der Form</i> Einführung in das Spritzgießen 168

Schmelze verteilen

Form geben

Kühlen/ Heizen

*Befestigen an Maschinenaufspannplatten und
Kraftaufnahme*

Entformen

Einführung in das Spritzgießen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

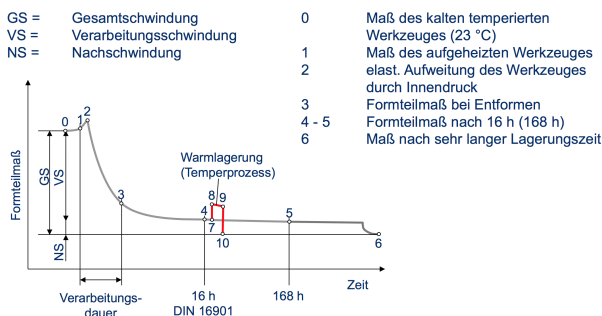
Mechanische Anforderungen

Rheologische Anforderungen

Thermische Anforderungen

Einführung in das Spritzgießen

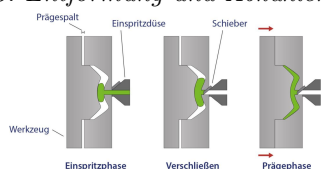
Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



Einführung in das Spritzgießen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

1. Schließen des WZ bis auf Breite des Prägespalts
2. Einspritzen einer dosierten Schmelzmenge in die teilgeöffnete Kavität
3. Verschließen des Angusses
4. Verfahren der Schließeinheit, bis WZ vollständig geschlossen
5. Entformung und Abkühlen



Einführung in das Spritzgießen

Aufnahme des geteilten Werkzeugs

*Zuhaltung gegen Füll- und Nachdruck
(Kniehebelprinzip)*

Öffnungs- und Schließbewegung des Werkzeugs

Einführung in das Spritzgießen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Normalwerkzeug

Abstreifwerkzeug

Schiebewerkzeug

Backenwerkzeug

Einführung in das Spritzgießen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Einspritzphase:

*Hohe Einspritzgeschwindigkeit (Schmelze fließt leichter
aber Molekülabbau)*

Oberfläche, Aussehen, Orientierung

*Stärkere Orientierungen (bessere Kristallisation aber
Eigenspannungen)*

Nachdruckphase:

Volumenkontraktion entgegenwirken

*Zu hoher Nachdruck: Überkompensation der
Schwindung, Formteil nicht mehr entformbar oder
Werkzeug öffnet sich ungewollt*

Einführung in das Spritzgießen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

$$S = \frac{l_w - l_{Ft}}{l_w} * 100\%$$

Einführung in das Spritzgießen

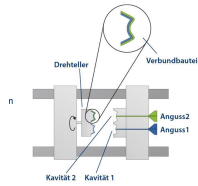
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Sonderverfahren des Spritzgusses</i> <i>Kaskaden Spritzgießen</i> <i>Darstellung und Beschreibung der Form</i> Einführung in das Spritzgießen 169	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Sonderverfahren des Spritzgusses</i> <i>Montage- und Verbundspritzgießen</i> <i>Ablauf</i> <i>Darstellung der Form</i> Einführung in das Spritzgießen 170
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Sonderverfahren des Spritzgusses</i> <i>Sandwich Spritzgießen</i> <i>Beschreibung</i> <i>Darstellung eines Produkts</i> Einführung in das Spritzgießen 171	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Sonderverfahren des Spritzgusses</i> <i>Spritzstreck Balsformen</i> <i>Darstellung des Ablaufs</i> Einführung in das Spritzgießen 172
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Vernetzte Kunststoffe</i> <i>allgemeine Eigenschaften/Besonderheiten (5)</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 173	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Vernetzte Kunststoffe</i> <i>Eigenschaften/Besonderheiten von</i> <i>Duromeren (2)</i> <i>Elastomeren (1)</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 174
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Prozessunterschiede im Hinblick auf Wärme</i> <i>Thermoplastische und vernetzende Kunststoffe</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 175	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Härtungsreaktion bei Duromeren</i> <i>Beschreibung und Diagramm</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 176

1. Einspritzen über Angussystem

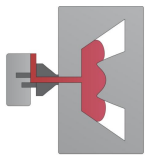
2. Zwischenöffnen des Werkzeugs

Umsetzen des entstandenen Preforms in Kavität 2

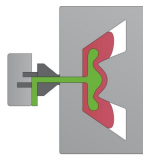
4. Einspritzen über Angussystem 2 in Kavität 2



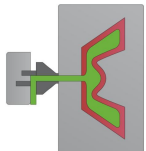
Einführung in das Spritzgießen



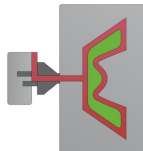
1. Einspritzen des Hautmaterials (Teilfüllung)



2. Einspritzen des Kernmaterials



3. Volumetrische Füllung der Kavität



4. Nachdruckphase mit Hautmaterial

Einführung in das Spritzgießen

Duomere:

Festigkeit, Steifigkeit und Oberflächenhärte für kleiner Dehnung elastische Verformung

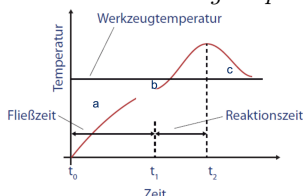
Elastomere:

bei enormer Dehnung immer noch elastische Verformung

Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

mit Werkzeugkontakt steigt die Temperatur der unvernetzten Harzmasse an

Ab bestimmter Energiemenge startet exotherme Härtungsreaktion (zusätzlicher Temperaturanstieg)
Nach abgeschlossener Reaktion nimmt die vernetzte Formmasse die Werkzeugtemperatur an



Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Komplexes Heißkanalsystem mit mehreren Angüßen
Hintereinandergeschaltetes Öffnen der Angussdüsen



t_1 : alle Angüsse geschlossen



$t_2 > t_1$: erster Anguss freigegeben

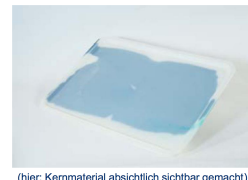


$t_3 > t_2$: nächster Anguss freigegeben usw.

Einführung in das Spritzgießen

Herstellung von Bauteilen aus zwei Materialien im Schichtverbund

Einspritzen beider Komponenten hintereinander über den gleichen Anguss (sequentielles Verfahren)
Sandwich Aufbau aus Haut- und Kernmaterial



(hier: Kernmaterial absichtlich sichtbar gemacht)



Einführung in das Spritzgießen

Elektrische Isolation

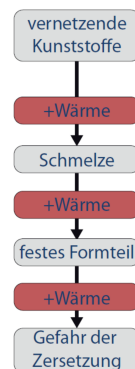
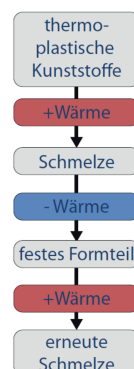
Hohe Dimensionsstabilität (z.B. geringe Wärmeausdehnung)

Hohe Temperatureinsatzgrenzen

Hohe Medienbeständigkeit

Sicherheitsreserven bei Temperaturspitzen

Verarbeitung von vernetzenden Formmassen



Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Fließ-/ und Härungsverhalten bei Duromeren</i> <i>Beschreibung und Diagramm</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 177	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Vulkapressen von Kautschuk</i> <i>Begriff und Vorgang</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 178
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Elastizität eines Elastomers beim Vulkapressen</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 179	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Prozessablauf Vulkapressen</i> <i>Ablauf (inkl. Grafik)</i> <i>Grat</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 180
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Unterschiedliche Werkzeuge beim Pressen (2)</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 181	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Transferpressen</i> <i>Nutzen</i> <i>Ablauf</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 182
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Transferpressen</i> <i>Vorteile (2)</i> <i>Nachteil (1)</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 183	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Spritzgießen von Duromeren und Elastomeren</i> <i>Ablauf (3)</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 184

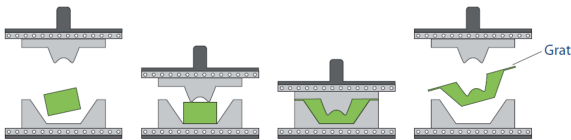
Vulkanisieren ist die Vernetzung von Elastomeren mithilfe von Schwefel oder Schwefelverbindungen

Ablauf:

1. Mischung aus (unvernetztem) Kautschuk, Schwefel, Katalysatoren und Füllstoff wird erhitzt
2. Entstehung langkettiger Kautschukmoleküle durch Schwefelbrücken
3. Plastischer Kautschuk wird in ein elastisches Elastomer überführt

Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

1. Unvernetzter Kautschuk wird am Werkzeug erhitzt
2. Nach der Vulkanisierung wird das Werkzeug geöffnet und Formteil entnommen

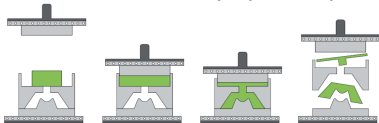


Der Grat ist wichtig um den Nachdruck sicherzustellen, muss aber am Ende noch entfernt werden

Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Verfahren zur Verarbeitung von Kautschuk zu Elastomer

1. Unvernetztes Vorprodukt wird in Transferkopf gelegt
2. Erst nach dem Schließen der Presse wird die eigentliche Kavität gefüllt
3. Nach abgeschlossener Vulkanisation müssen sowohl Bauteil als auch das Transferfell entfernt werden



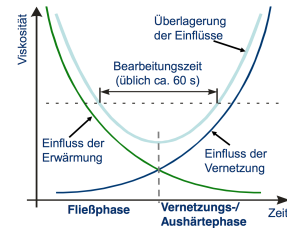
Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

1. Vorprodukt in die Spritzgießmaschine einfüllen und erwärmen der Schneckengänge
2. Wenn Reaktion startet: Schnecke kühlen
3. Einspritzen in beheiztes Werkzeug

Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

*Das Vorprodukt wird erwärmt (Viskosität sinkt)
Mit Start der Vernetzungsreaktion steigt die Viskosität
Für die Verarbeitung bleibt somit nur ein begrenztes*

Zeitfenster (ca. 60s)



Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Je mehr Schwefelbrücken, desto härter das Elastomer

Anzahl von Schwefelbrücken: abhängig von Schwefelmenge und Vulkanisationsdauer

Alterung: Schwefelbrücken werden nach und nach abgebaut

Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Füllraumwerkzeug (Tauchkantenwerkzeug)	Überlaufwerkzeug
Besitzt gut dichtende Trennebene	Nutzen Überschuss zur Kompensation der Reaktionsschwindung
Benötigt eine genaue Dosierung der Formmasse	Entstehender Grat muss entfernt werden

Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Vorteile:

*Geringe Zykluszeiten
gleichmäßigere Vernetzung als beim Vulkapressen*

Nachteile:

Hoher Abfallanteil (Transferfell)

Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Spritzgießen von vernetzenden Formmassen</i> <i>Besonderheiten (4)</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 185	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Liquid Silicon Rubber (LSR)</i> <i>Besonderheiten (4)</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 186
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Verarbeitung von Polyurethan (PUR)</i> <i>Verarbeitungsarten (4)</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 187	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Dichteverlauf für verschiedene Schäume (4)</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 188
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Polyurethan (PUR)</i> <i>Schaumdichte und deren Anwendungsgebiete</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 189	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Reaction-Injection-Moulding (RIM)</i> <i>Besonderheit (1)</i> <i>offenes vs. geschlossenes Werkzeug</i> Verarbeitung von vernetzenden Formmassen 190
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Faserkunststoffverbunde</i> <i>allgemeine Vorteile (2)</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 191	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Faserhalbzeuge</i> <i>Arten von Halbzeugen (3)</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 192

Hohe Einsatztemperatur

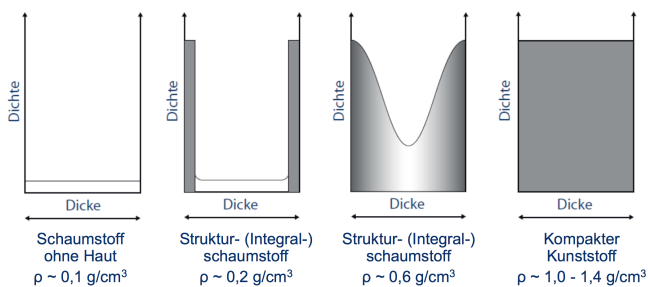
Witterungsbeständig

gute chem. Resistenz

Körperkontakt problemlos

Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

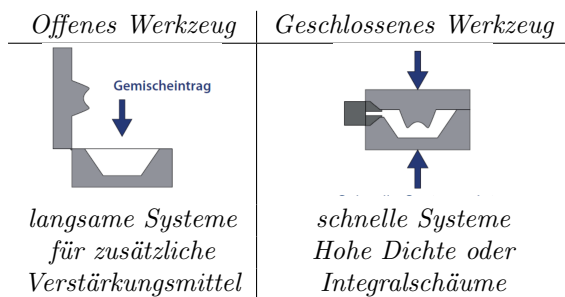
Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Beim RIM wird das noch nicht reagierte Gemisch in die Form gebracht



Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Rovings

Wirrfasermatten, unidirektionale Gelege, Gewebe, Gestricke

Leicht vernähte Multi-Axial-Gelege

Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde

Monomere Vorprodukt mit niedrige Viskosität (schnelleres Füllen der Form)

Monomere Vorprodukte (Überspritzung und Grate)

Meist Rückstände am Werkzeug

Schnellste Verarbeitungsart für vernetzende Formmassen

Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Hartschaum (Schutzhelme, Wärmeisolatoren...)

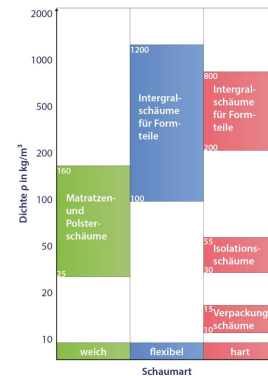
Weichschaum (Kissen, Matratzen...)

Kompaktsysteme (Gehäuse, Sanitär...)

Integralschaum (Lenkrad, Armlehne, Schaltknauf...)

Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



Verarbeitung von vernetzenden Formmassen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

längere Fasern führen zu einer besseren Kraftübertragung

kostengünstige Herstellung

Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Faserhalbzeuge</i> <i>Definition von Halbzeug</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 193	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Arten der Einbringung der Faser in die Matrix (6)</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 194
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Handlaminieren</i> <i>Verfahren</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 195	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Faserspritzen</i> <i>Vorteile (2)</i> <i>Nachteile</i> <i>Verfahren</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 196
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Pressen von SMC</i> <i>Begriff</i> <i>Formstoffe (3)</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 197	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Pressen von SMC</i> <i>Verfahren</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 198
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>SMC Halbzeuge</i> <i>Arten (3)</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 199	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Vorteile von SMC gegenüber Metallausführung (6)</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 200

Handlaminieren

Pressen von SMG/GMT

Pultrusion von Endlosfasern

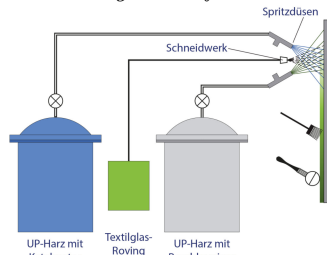
Arbeiten mit Prepregs

Harzinjektionsverfahren

3D Faserkunststoffverbundstrukturen

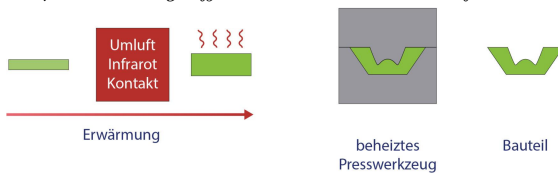
Einführung in die Technologie
der Faserkunststoffverbunde

Vorteile: Kostengünstig und Gut automatisierbar
Nachteile: geringe Steigerung der mechanischen
Eigenschaften



Einführung in die Technologie
der Faserkunststoffverbunde

1. Einlegen des zugeschnittenen Halbzeugs
2. Schließen des Werkzeugs und Pressen der Formmasse
3. Aushärten
4. Werkzeug öffnen und Formteil entformen



Einführung in die Technologie
der Faserkunststoffverbunde

Gewichtersparnis

Integration von Funktionen

1 Bauteil ersetzt 20 Bauteile aus Metall

Gestaltungsfreiheit

Keine Korrosion

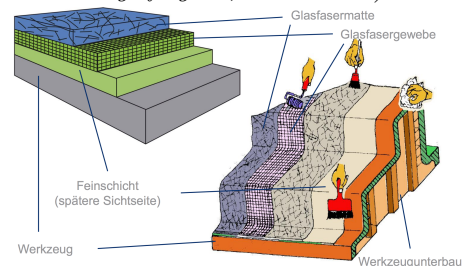
Hohe Stoßfestigkeit

Einführung in die Technologie
der Faserkunststoffverbunde

unfertiges Bauteil oder Bauteilelement

Einführung in die Technologie
der Faserkunststoffverbunde

Für (große) Kleinstserienteile (Windenergie,
Segelflugbau, Bootsbau...)



Einführung in die Technologie
der Faserkunststoffverbunde

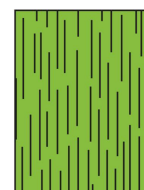
SMC = Sheet Molding Compound

Formstoffe: ungesättigte Polyesterharze
Verstärkungsfasern
Füllstoffe

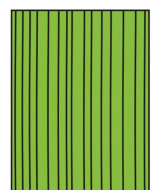
Einführung in die Technologie
der Faserkunststoffverbunde



SMC-R
mit unausgerichteten
Langfasern



SMC-D
mit gerichteten
Langfasern



SMC-C
mit gerichteten
Endlosfasern

Einführung in die Technologie
der Faserkunststoffverbunde

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Pressen von GMT Verfahren</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 201	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Vorteile SMC (4) vs GMT (4)</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 202
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Pultrusion von Endlosfasern Darstellung des Verfahrens</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 203	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Pultrusion von Endlosfasern Darstellung des Verfahrens zur in-situ Polymerisation</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 204
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Prepregs Begriff Arten nennen und beschreiben(2)</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 205	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Unterschied duromere Prepregs und thermoplastische Prepregs</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 206
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Prepregs Vorteile (2)</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 207	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Verarbeitung von Thermoplast-Prepregs</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 208

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

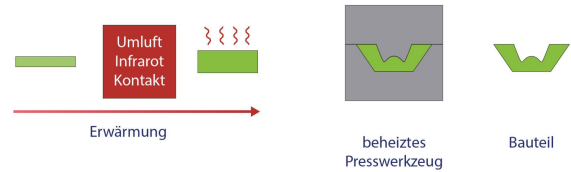
Vorteile von SMC:
 Höhere Steifigkeit
 Temperaturbeständigkeit
 Inhärenter Flammenschutz
 Besser lackierbar

Vorteile von GMT:
 hohe Schlagzähigkeit
 Geringe Materialkosten
 Rohmaterial lagerbar
 Schöne Oberfläche ohne Lackieren

Einführung in die Technologie
 der Faserkunststoffverbunde

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

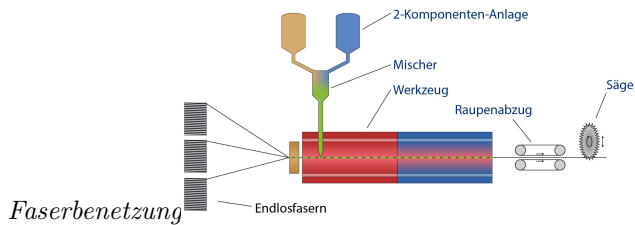
1. Einlegen des zugeschnittenen Halbzeugs
2. Schließen des Werkzeugs und Pressen der Formmasse
3. Aushärten
4. Werkzeug öffnen und Formteil entformen



Einführung in die Technologie
 der Faserkunststoffverbunde

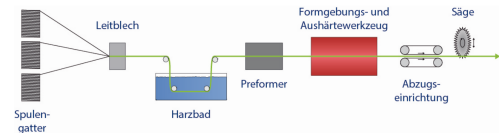
Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Ausnutzung der niederen Viskosität der Monomere zur



Einführung in die Technologie
 der Faserkunststoffverbunde

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



Einführung in die Technologie
 der Faserkunststoffverbunde

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Duomere Prepregs
 müssen kühl gelagert werden um ein vorzeitiges
 Aushärten des Monomers zu verhindern

Thermoplastische Prepregs:
 Müssen zur Verarbeitung erwärmt werden daher
 unkritische Lagerung

Einführung in die Technologie
 der Faserkunststoffverbunde

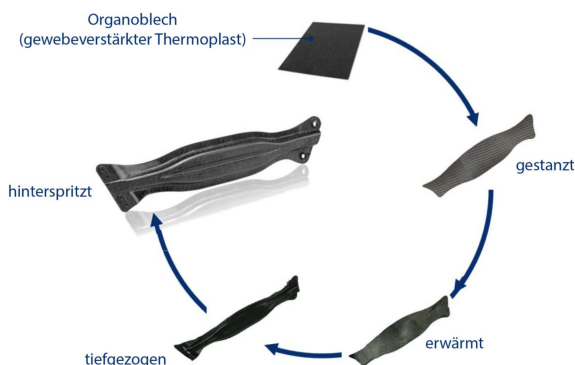
Prepreg zu dt. vorimprägniert

Trocken:
 reines Fasermaterial

Nass:
 Faser bereits mit Kunststoff oder Monomer in
 Verbindung gebracht

Einführung in die Technologie
 der Faserkunststoffverbunde

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



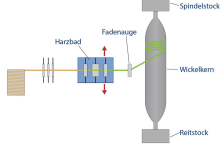
Einführung in die Technologie
 der Faserkunststoffverbunde

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

hohe Reproduzierbarkeit und Qualität

Einführung in die Technologie
 der Faserkunststoffverbunde

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Harzinjektionsverfahren</i> <i>Erklärung</i> <i>Verfahrensarten (2)</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 209	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>3D Faserkunststoffverbundstrukturen</i> <i>2 Arten</i> Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde 210
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Umformen</i> <i>Definition</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 211	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Thermoformen</i> <i>Beschreiben</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 212
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Thermoformen</i> <i>Verfahren (9)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 213	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Thermoformen</i> <i>Häufige Halbzeuge (2)</i> <i>Häufige Thermoplasten (4+3)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 214
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Halbzeugerwärmung</i> <i>Arten (3)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 215	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Umformbereiche</i> <i>Diagramm</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 216

<i>Flechten</i>	<i>Wickeln</i>
<i>Mehrschichtverbund durch mehrmaliges Überflechten möglich</i>	<i>Beschränkt auf rotierende konvexe Formen hohe Automatisierbarkeit</i>
	

Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde

bedeutendstes Umformverfahren

nur mit Thermoplasten möglich

aus flächigem Halbzeug wird ein 3D Formteil

Umformung und Ausformung mit Druckluft oder Vakuum

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Halbzeuge:

Folien (rollbar bis 2,5mm Dicke)

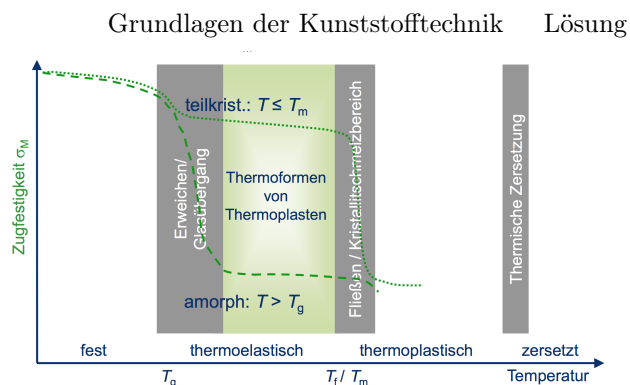
Platten (stapelbar ab 2,5mm Dicke)

Thermoplasten:

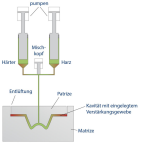
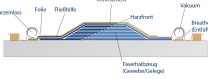
Amorph (PS, PVC, ABS, PC)

Teilkristallin (PP, PE, PET)

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen



Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

<i>RTM</i> <i>Resin Transfer Molding</i>	<i>VARI</i> <i>Vacuum Assisted Resin Infusion</i>
<i>durch Überdruck große Formvariabilität</i>	<i>durch Unterdruck für große Bauteile</i>
	

Einführung in die Technologie der Faserkunststoffverbunde

Bildsames ändern der Form eines Körpers

Masse und Zusammenhalt werden beibehalten

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

1. Halbzeug erwärmen
2. Halbzeug einfahren
3. Werkzeug schließen
4. Stempel eintauchen
5. Formluft einströmen
6. Formteil abkühlen
7. Werkzeug öffnen
8. Formteil entformen
9. Formteil ausstanzen

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

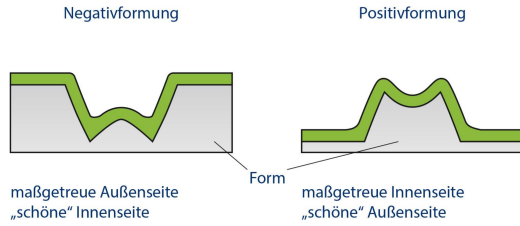
Wärmeleitung (Kontaktheizung)

Konvektion (Wärmeströmung)

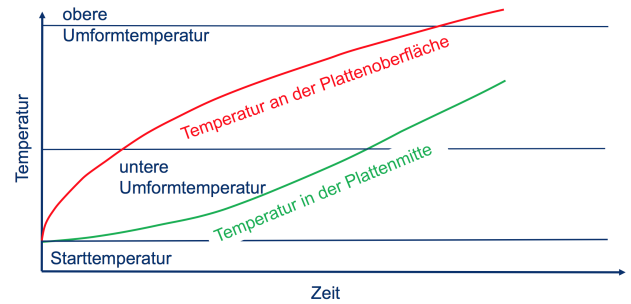
Wärmestrahlung (Laserstrahl)

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Obere und untere Umformtemperatur</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 217	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Formgebung</i> <i>Arten nennen und darstellen (2)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 218
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Vorstrecken</i> <i>Arten nennen und darstellen (2)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 219	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Folgen eines variierenden Extrusionsprozesses (5)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 220
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Einstationenmaschinen</i> <i>Beschreibung</i> <i>typische Produkte</i> <i>Halbzeugbereitstellung</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 221	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Mehrstationenmaschinen</i> <i>Beschreibung</i> <i>typische Produkte</i> <i>Halbzeugbereitstellung</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 222
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Thermoformen vs. Spritzgießen</i> <i>Vorteile (8)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 223	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Thermoformen vs. Spritzgießen</i> <i>Nachteile (4)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 224



Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen



Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Unterschiedliche Orientierung

Inhomogene Deformation

Faltenbildung

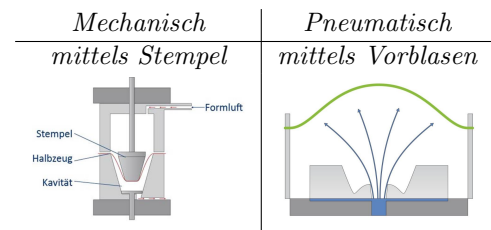
Durchhang

Geringe Verstreckgrade

Reißen im Halbzeug

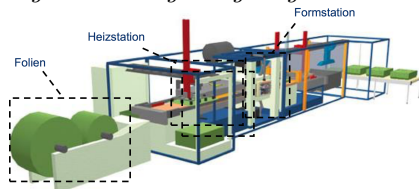
Materialverfärbung

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen



Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Erwärmung und Formgebung in getrennten Stationen



Typische Produkte: Geringflächige Bauteile wie Joghurtbecher oder Schalen

Halbzeugbereitstellung: i.d.R. in Rollen

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Erwärmung und Formgebung in derselben Station



Typische Produkte: Großflächige Bauteile wie KFZ- Interieur oder Badewannen

Halbzeugbereitstellung: i.d.R. Platten

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Wenig Gestaltungsmöglichkeiten (kaum Hinterschnidungen, keine Rippen, keine Schraubdome)

Kleine gleichmäßige Wanddickenverteilung

Schwierige Temperaturführung

Vorgegebenes Halbzeug (kein Einfluss auf die Rezeptur)

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Hohe Teilemasse

Große Formteile

Kürzere Taktzeiten

Flexible Wanddicken

Kostengünstig bei kleinen Stückzahlen

Geringe Änderungs- und Farbwechselkosten

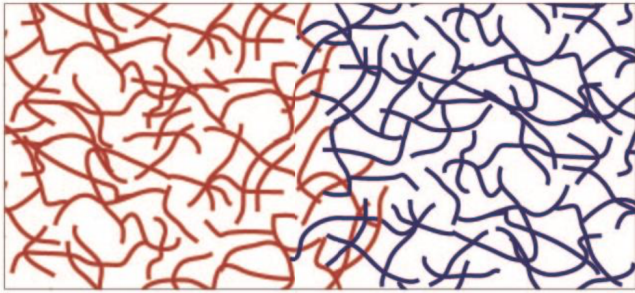
Homogene Mehrschichtverbunde

Verarbeiten von Halbzeugen

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Mechanisches Bearbeiten</i> <i>Arten (6)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 225	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schweißen von Kunststoffen</i> <i>Definition von Schweißen</i> <i>Darstellung</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 226
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schweißen von Kunststoffen</i> <i>Voraussetzungen (2) und Diagramm</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 227	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schweißen von Kunststoffen</i> <i>Allgemeine Merkmale (4)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 228
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schweißen von Kunststoffen</i> <i>Einteilung nach der Wärmeübertragung (4)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 229	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schweißen von Kunststoffen</i> <i>Serienschweißen mit Heizelementen</i> <i>Verfahrensablauf(5)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 230
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schweißen von Kunststoffen</i> <i>Serienschweißen mit Heizelementen Verfahrensschritte (8)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 231	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schweißen von Kunststoffen</i> <i>Warmgasschweißen</i> <i>Darstellung</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 232

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung
 unlösbares Verbinden von Bauteilen mittels Wärme
 und Druck. Mit und ohne Verwendung von
 Schweißmittelzusatzwerkstoffe



Überblick über die Weiterverarbeitung
 von Kunststoffen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Fasern gehen kaum über die Fügefläche (Schwachstelle)

Kombination teilkristallin und amorph ist nicht gut
 schweißbar

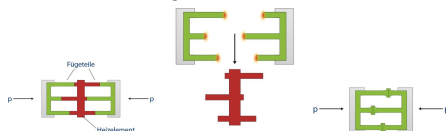
Struktureigenschaften der Schweißnähte werden durch
 lokale Schmelzerzeugung und deren Bewegung verändert

Lokale Eigenspannungen, Kerben und Schwachstellen

Überblick über die Weiterverarbeitung
 von Kunststoffen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

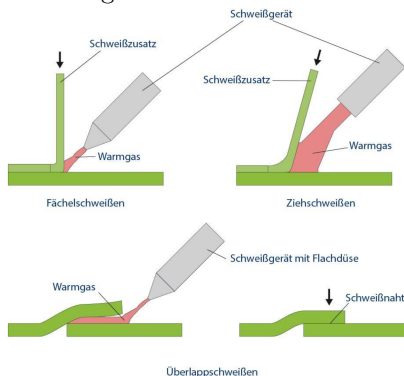
1. Angleichen
2. Erwärmen
3. Umstellen
4. Fügen



5. Abkühlen

Überblick über die Weiterverarbeitung
 von Kunststoffen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



Überblick über die Weiterverarbeitung
 von Kunststoffen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Sägen

Fräsen

Schleifen

Polieren

Bohren

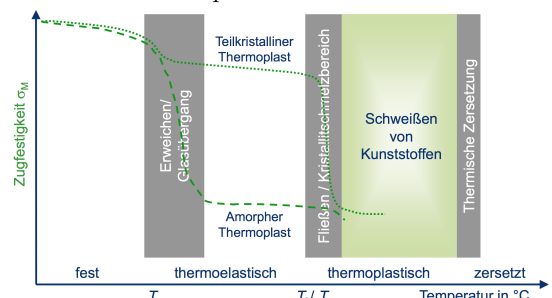
Drehen

Überblick über die Weiterverarbeitung
 von Kunststoffen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Schmelzbare Kunststoffe

Thermoplastischer Zustand



Überblick über die Weiterverarbeitung
 von Kunststoffen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Wärmeleitung: (direktes und indirektes)
 Heizelementschweißen

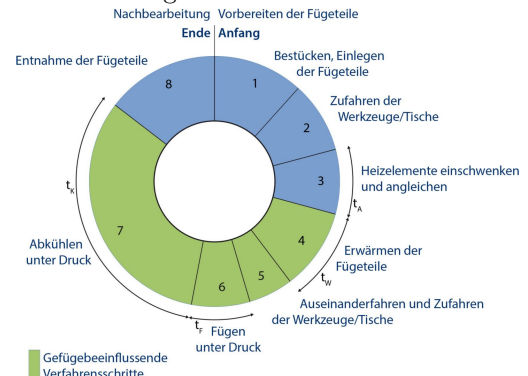
Konvektion: Warmgasschweißen

Reibung: innere und äußere

Strahlung

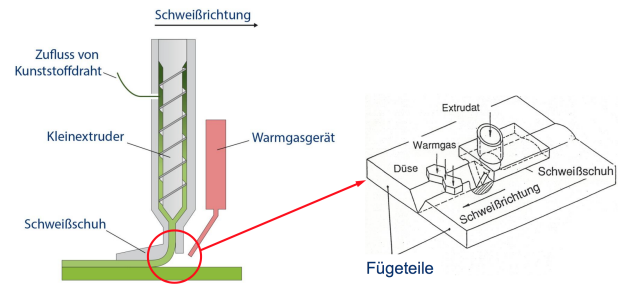
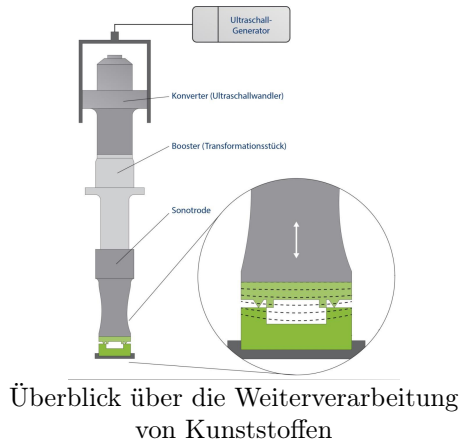
Überblick über die Weiterverarbeitung
 von Kunststoffen

Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung



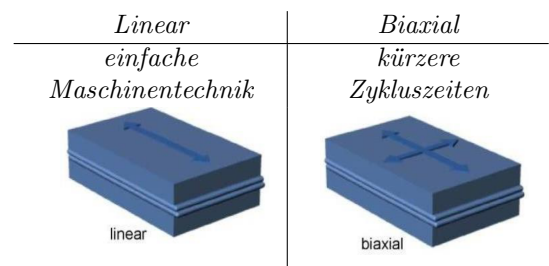
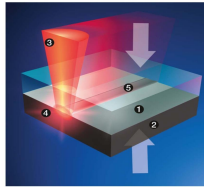
Überblick über die Weiterverarbeitung
 von Kunststoffen

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schweißen von Kunststoffen</i> <i>Warmgas-Extrusionsschweißen</i> <i>Darstellung</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 233	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schweißen von Kunststoffen</i> <i>Ultraschallschweißen</i> <i>Darstellung</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 234
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schweißen von Kunststoffen</i> <i>Vibrationsschweißen</i> <i>Darstellung der beiden Arten und je ein Vorteil</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 235	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schweißen von Kunststoffen</i> <i>Laserschweißen</i> <i>Verfahrensschritte (5)</i> <i>Darstellung</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 236
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Kleben von Kunststoffen</i> <i>Beschreibung</i> <i>Darstellung</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 237	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Kleben von Kunststoffen</i> <i>Vorteile (3)</i> <i>Nachteile (4)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 238
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Kleben von Kunststoffen</i> <i>Physikalisch vs. chemisch abbinden</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 239	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Adhäsion</i> <i>Wirkungsmechanismus: 2 Arten</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 240



Grundlagen der Kunststofftechnik Lösung

Energie wird durch einen für die Laserstrahlen transparenten Fügepartner (1) direkt in die Fügeebene (2) eingebracht. Durch Absorption der Laserstrahlung (3) wird das absorbierende Fügeteil aufgeschmolzen (4). Das transparente Fügeteil wird dann durch Wärmeleitung geschmolzen (5).



Vorteile:

Kann zusätzliche Aufgaben erfüllen (z.B. Dichten oder Schwingungsdämpfung)

Gute Flächenausnutzung

Verzugsausgleich in Grenze möglich

Nachteile:

Verbindung sollte nur auch Scherung belastet werden

Aufwendige Vorbereitung

Einige Kunststoffe schwer klebbar (PE, PP, PA)

Aushärten oft sehr zeitaufwendig

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

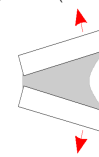
nicht lösbare Verbindung

Verschiedene oder gleiche Werkstoffe

Mit Hilfe eines Klebstoffs

Fast alle Kunststoffe sind klebbar

Durch Flächenhaftung (Adhäsion) und innere Festigkeit (Kohäsion)



Mechanische Adhäsion	Spezifische Adhäsion
Haftung durch Verklammerung zwischen Klebstoff und Fügeteiloberfläche	Haftung durch Ausbildung zwischenmolekularer Kräfte
	Dipol-Dipol Dipserion
	Wasserstoffbrücken

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Physikalisch abbindend	Chemisch abbindend
Abkühlen bzw. Abdampfen des Lösungsmittels	Bildung chemischer Bindung
	Netzstruktur

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Adhäsion</i> <i>Darstellung der Adhäsion / Kohäsion in der Fügefläche</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 241	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Kaltschweißen</i> <i>Mechanismus</i> <i>Vergleich zu Konventionellen Schweißen</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 242
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Kleben</i> <i>Bewertung von Belastungsarten (2)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 243	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schnappverbindungen</i> <i>allgemeine Beschreibung</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 244
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Schraubverbindungen</i> <i>allgemeine Beschreibung</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 245	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Nietverbindungen</i> <i>allgemeine Beschreibung</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 246
Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Beschichten von Kunststoffen</i> <i>verschiedene Verfahren (6)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 247	Grundlagen der Kunststofftechnik Frage <i>Beschichten von Kunststoffen</i> <i>Vorteile (3)</i> Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen 248

Durch Anlösen der Oberfläche

Beim Konventionellen steigt die Kettenbeweglichkeit durch erhöhte Brown'sche Molekülbewegung in Folge der Wärmeeinbringung. Beim Kaltschweißen steigt die Kettenbeweglichkeit durch Einlagerung von Lösungsmittel

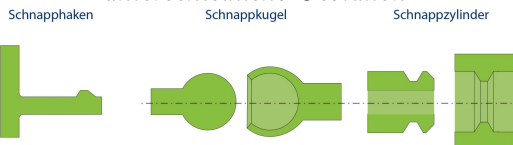
Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Fügen durch Formschluss

Fügen unterschiedlicher Werkstoffe möglich

Einfache, rasche und kostengünstige Methode

unterschiedliche Gestalten:



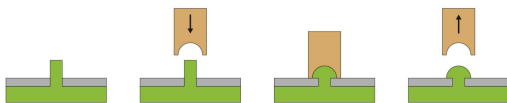
Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Fügen durch Formschluss

Nietimpuls muss an Bruchempfindlichkeit des Kunststoffes angepasst werden

Eine Seite optisch beeinflusst

kann sich mit der Zeit lockern



Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Elektrisch leitfähig machen (Metalldampf)

Steigerung der Kratzfestigkeit/ Barrierschicht

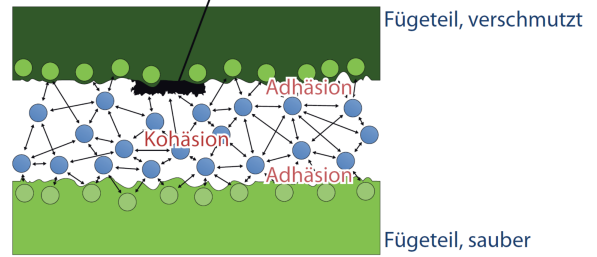
Aufbringen von Farbe

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Adhäsion: Nebenvalenzkräfte

Kohäsion: Hauptvalenzkräfte

Schmutzschicht



Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Schub: Günstig

Schälen: ungünstig

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Blechschaube: Kostengünstig aber Scharfe Kanten (Kerbwirkung)

Metrische Schraube und Inserts für Verschraubung >5 mal lösbar

Kein Lösevorgang nötig

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen

Bedampfen

Galvanisieren

Lackieren

Bedrucken

Kaschieren

Beflocken

Überblick über die Weiterverarbeitung von Kunststoffen