

43 Wenn man sehr viele (über 1000) Monomere aneinanderknüpft, erhält man ein P.....

44 Wenn man sehr viele Ethylenmoleküle (Monomere) miteinander verknüpft, erhält man ein Makromolekül mit dem Namen P.....

45 Wie ist die Polymerisation definiert?

46 Beschreiben Sie die Polymerisation am Beispiel von Polyethylen (Polyethen).

47 Was ist der Polymerisationsgrad und wie wird er angegeben?

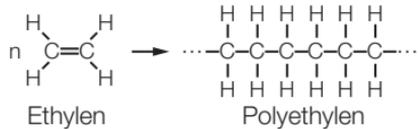
48 Wie wirkt sich der Polymerisationsgrad auf die Viskosität aus?

49 Beschreiben Sie die Polymerisation am Beispiel von Polypropylen, Polystyrol, Polyvinylchlorid, Polytetrafluorethylen und Polyoxymethylen.

Polymer

Polyethylen

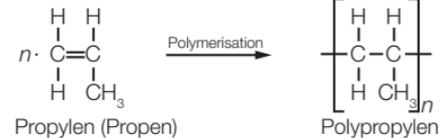
Die Polymerisation ist eine chemische Reaktion, bei der niedermolekulare, ungesättigte Verbindungen unter Aufspaltung der Doppelbindungen ein Makromolekül bilden.



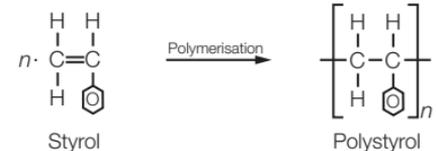
Der Polymerisationsgrad gibt die Anzahl der Monomere im Polymer an und wird mit z. B. $n = 1000$ neben der Polymerformel in Klammern angegeben (bei Kunststoffen sind das mindestens 1000 Monomere).

Je höher der Polymerisationsgrad, desto höher ist die Viskosität.

Polypropylen (PP)



Polystyrol (PS)



35 Warum werden Feilen mit unterschiedlichen Querschnitten benötigt?

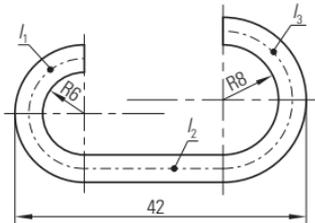
36 Welche Feilenquerschnitte gibt es?

37 Wofür werden Sägen mit großer (grober) Zahnteilung eingesetzt?

38 Wofür werden Sägen mit kleiner (feiner) Zahnteilung eingesetzt?

39 Welche Möglichkeiten gibt es, das Klemmen eines Sägeblattes zu vermeiden?

40 Für einen Metallkarabiner soll aus Rundmaterial mit 4 mm Durchmesser ein Werkstück nach beiliegender Zeichnung hergestellt werden. Berechnen Sie die gestreckte Länge des Werkstücks. Berechnen Sie die Länge der Neutralen Faser in mm.



Je nach Geometrie des zu bearbeitenden Werkstücks (Bohrung, Rundungen, Ecken, Kanten, Flächen) werden unterschiedliche Feilenquerschnitte benötigt.

- Flachstumpf
- Flachspitz
- Dreikant
- Vierkant
- Halbbrund
- Rund

Sägen mit großer (grober) Zahnteilung haben einen großen Spanraum und werden für weiche Werkstoffe und große Eingriffslängen eingesetzt.

Sägen mit kleiner Zahnteilung haben einen kleinen Spanraum und werden für harte Werkstoffe und kurze Eingriffslängen eingesetzt.

Freischneiden durch Wellen-Schrägung oder Rechts-Links-Schrägung

$$\begin{aligned}
 l_{\text{ges}} &= l_1 + l_2 + l_3 \\
 l_1 &= \frac{\pi \cdot d \cdot \alpha}{360^\circ} = \frac{\pi \cdot 16 \text{ mm} \cdot 180^\circ}{360^\circ} \\
 &= 25,13 \text{ mm} \\
 l_2 &= 42 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - 12 \text{ mm} = 20 \text{ mm} \\
 l_3 &= \frac{\pi \cdot d \cdot \alpha}{360^\circ} = \frac{\pi \cdot 20 \text{ mm} \cdot 180^\circ}{360^\circ} \\
 &= 31,42 \text{ mm} \\
 l_{\text{ges}} &= 25,13 \text{ mm} + 20 \text{ mm} + 31,42 \text{ mm} \\
 &= 76,55 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Bohrung H7			Welle m6 Passstift	
Abkürzung	Maß in mm		Abkürzung	Maß in mm
N		Nennmaß	N	
ES		oberes Abmaß	es	
G_{OB}		Höchstmaß	G_{OW}	
EI		unteres Abmaß	ei	
G_{UB}		Mindestmaß	G_{UW}	
T_B		Toleranz	T_W	

$$P_{SH} = ?$$

$$P_{UH} = ?$$

Bohrung H7			Welle m6 Passstift	
Abkürzung	Maß in mm		Abkürzung	Maß in mm
N	3	Nennmaß	N	3
ES	0,01	oberes Abmaß	es	+0,008
G_{OB}	3,01	Höchstmaß	G_{OW}	3,008
EI	0	unteres Abmaß	ei	0,002
G_{UB}	3	Mindestmaß	G_{UW}	3,002
T_B	0,01	Toleranz	T_W	0,006

$$P_{SH} = G_{OB} - G_{UW} = 0,008 \text{ mm}$$

$$P_{UH} = G_{UB} - G_{OW} = -0,008 \text{ mm}$$

Fügen

32 Nennen Sie jeweils drei Beispiele für lösbare und unlösbare Verbindungen.

Lösbare Verbindungen: Schrauben, Steckverbindung, Schnappverbindung
 Unlösbare Verbindungen: Schweißen, Löten, Kleben

33 Erklären Sie den Begriff „Formschlüssige Verbindung“ und nennen Sie drei Beispiele dazu.

Der Zusammenhalt erfolgt durch Ineinandergreifen passender Formen.
 Beispiele: – Stiftverbindung, Bolzenverbindung, Passfederverbindung

Durchflussmenge

32 Die Kühlwalzen einer Kalandranlage benötigen in $t = 2$ Stunden ein Wasservolumen von $V = 300 \text{ m}^3$. Berechnen Sie, den Durchmesser d (in cm) des Zulaufrohrs, wenn die Strömungsgeschwindigkeit $v = 16 \text{ m/s}$ beträgt.

$$\begin{aligned} \text{Geg.: } V &= 300 \text{ m}^3 \\ v &= 16 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ t &= 2 \text{ h} \end{aligned}$$

Ges.: d in cm

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{300 \text{ m}^3}{2 \text{ h}} = \frac{150 \text{ m}^3}{\text{h}} = \frac{0,041\bar{6} \text{ m}^3}{\text{s}}$$

$$Q = A \cdot v$$

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,041\bar{6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{16 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,0026 \text{ m}^2 = \underline{26 \text{ cm}^2}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 26 \text{ cm}^2}{\pi}}$$

$$d = 5,75 \text{ cm}$$

$$Q = A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{\text{amb}}}{p_{\text{amb}}}$$

mit

$$A = \pi \cdot \frac{d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (50 \text{ mm})^2}{4} = 1963,5 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} Q &= 1963,5 \text{ mm}^2 \cdot 120 \text{ mm} \cdot 60 \frac{1}{\text{min}} \\ &\quad \cdot \frac{6 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} \\ &= 98960400 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}} \hat{=} \frac{98,96 \text{ l}}{\text{min}} \end{aligned}$$

$$F = p_e \cdot A \cdot \eta$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{F}{p_e \cdot \eta} = \frac{80000 \text{ N}}{300 \text{ N/cm}^2 \cdot 0,85} \\ &= 313,73 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 313,73 \text{ cm}^2}{\pi}}$$

$$= 19,99 \text{ cm} = 199,9 \text{ mm} = \underline{200 \text{ mm}}$$

33 Ein einfachwirkender Pneumatikzylinder mit einem Durchmesser $d = 50 \text{ mm}$ und einem Hub von $s = 120 \text{ mm}$ wird mit einem Überdruck $p_{\text{ü}}$ von 6 bar und einer Hubzahl $n = 60 \text{ 1/min}$ betrieben. Ermitteln Sie den Luftverbrauch Q in l/min

34 Welchen Durchmesser d (in mm) muss ein Hydraulikkolben haben, der bei einem Druck p_e von 30 bar und einem Wirkungsgrad η von 85 % eine Kraft F von 80 kN erzeugen soll?

Hinweis: Weitere für den ersten Teil der Abschlussprüfung relevante Fragen werden ausführlich in Lernfeld 8 behandelt.

▷ Fortsetzung der Antwort ▷

22 Welche Vorteile hat die Kaltgranulierung?

- Durch das Abstoßen der scharfen Kanten am Granulat entsteht Staub.

Glasfasergefüllte Materialien lassen sich im kalten Zustand besser abschlagen.

Lagerung und Transport von Kunststoffen

23 Nennen Sie Möglichkeiten für die Lagerung von Kunststoffformmassen im Betrieb.

- Sackware mit 25 kg Inhalt
- Oktabins (Achteckige Pappcontainer) mit bis zu 1000kg Inhalt
- In Silos mit bis zu 150m³ Fassungsvermögen für Betriebe, die sehr große Kunststoffmengen benötigen

24 Wie können große Mengen Kunststoffformmassen innerhalb des Betriebes wirtschaftlich transportiert werden? Welche Vor- und Nachteile haben diese Anlagen?

Durch Druckförderanlagen:

- ☺ sind geeignet für hohe Förderleistungen bei langen Förderwegen
- ☹ arbeiten mit Überdruck und verursachen eine hohe Staubbelastung und Lärm

oder:

Durch Saugförderanlagen:

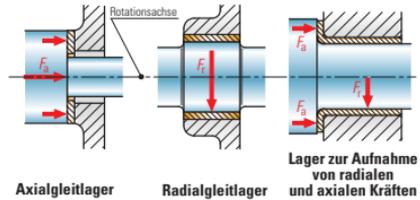
- ☺ arbeiten ohne Überdruck und damit staubfrei
- ☺ einfachere Anlagen und damit preiswerter
- ☹ nur für kurze Förderwege mit geringer Förderleistung geeignet

25 Nennen Sie mindestens drei Grundregeln für die Lagerung von Kunststoffformmassen.

- Trocken lagern
- Granulat zwei Tage vor der Verarbeitung in die Produktionshallen bringen, damit sich keine Feuchtigkeit auf dem Granulat niederschlagen kann (Kondenswasser).
- Manche Kunststoffe wie PC, PA, PMMA müssen getrocknet werden, weil sich sonst die Festigkeitseigenschaften verschlechtern (PC) oder Spritzgießfehler wie Schlieren (winzige Dampfbläschen) entstehen (PC, PMMA, PA).

4 In welche zwei Gruppen werden Lager nach Art der Lagerkräfte eingeteilt?

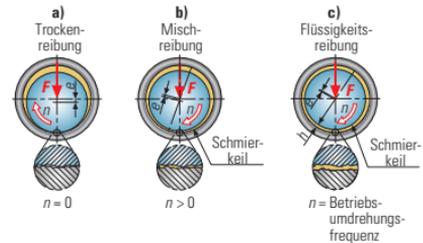
- Axialgleitlager
- Radialgleitlager



Gleitlager

5 Erklären Sie, wie das Ruckgleiten zustande kommt.

Ruckgleiten entsteht beim Übergang von der Festkörperreibung zur Flüssigkeitsreibung. Man nennt dies auch StickSlip-Effekt.



6 Warum laufen hydrodynamischen Gleitlager nach einigen Umdrehungen auch verschleißfrei?

Die drehende Welle in der Lagerbuchse schleppt das Öl mit und baut so einen Schmierfilm zwischen Welle und Lagerbuchse auf.

7 Warum laufen hydrostatisch geschmierte Lager schon ab der ersten Umdrehung verschleißfrei und ohne Ruckgleiten?

Das Schmieröl wird durch Pumpen von außen in den Schmierpalt gepresst. Die Welle schwimmt bereits bei Stillstand auf einem Ölfilm.

Reibung, Schmierung

8 Welche Eigenschaften sollten Schmierstoffe haben?

- Hohe Alterungsbeständigkeit
- Geringe Viskositätsänderung bei Temperaturschwankungen

36 In einem 25-kg-Sack ist PP-Granulat mit einer Schüttdichte ρ_S von $0,5 \text{ g/cm}^3$. Wie viele Formteile n mit einem Volumen V_{FT} von 20 cm^3 können aus einem 25-kg-Sack hergestellt werden, wenn die Formteile eine Rohdichte ρ_{PP} von $0,91 \text{ g/cm}^3$ besitzen?

Geg.: $m = 25 \text{ kg}$

$$\rho_S = 0,5 \text{ g/cm}^3$$

$$V_{FT} = 20 \text{ cm}^3$$

$$\rho_{PP} = 0,91 \text{ g/cm}^3$$

Ges.: m_{FT} Masse Formteil
 n

$$m_{FT} = \rho_{PP} \cdot V$$

$$m_{FT} = 0,91 \text{ g/cm}^3 \cdot 20 \text{ cm}^3 = 18,2 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M_{FT}} = \frac{25000 \text{ g}}{18,2 \text{ g}} = 1373,6$$

Es können 1373 Teile hergestellt werden.

37 Warum ist die Rieselfähigkeit eines Granulats sehr wichtig?

Dadurch wird eine störungsfreie automatische Produktion gewährleistet.

38 Wie wird der Feuchtigkeitsgehalt ermittelt?

Probemenge von ca. 10 g bei 110°C für 60 Minuten in einem Wärmeschrank lagern.

Nach Abkühlung die Gewichts­differenz ermitteln und in % angeben.

Rohsubstanz – Feuchtigkeitsgehalt =
Trockensubstanz

$$\text{Feuchtigkeitsgehalt} = \frac{m_{\text{feucht}} - m_{\text{trocken}}}{m_{\text{feucht}}} \cdot 100\%$$

Die meisten Betriebe besitzen Feuchtemessgeräte, die die Feuchtigkeit automatisch ermitteln.

39 Warum ist es wichtig, dass beim Spritzgießprozess getrocknetes Granulat verwendet wird?

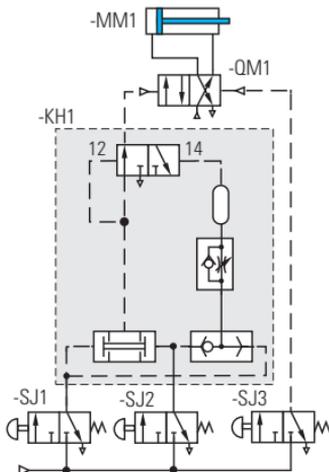
Feuchtigkeit führt zu Spritzgießfehlern wie Blasenbildung, Schlierenbildung. Die Viskosität sinkt, wodurch z. B. Überspritzungen entstehen können und die Schmelze kann aus der Düse tropfen.

Viskosität, Schmelzindex

40 Erklären Sie den Begriff Viskosität.

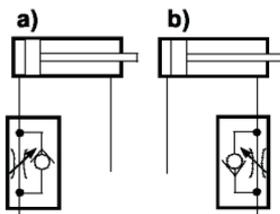
Die Viskosität ist die Fließfähigkeit einer Flüssigkeit oder Schmelze.

▷ Fortsetzung der Antwort ▷



35 Welche Funktion erfüllen Stromventile und welche Größe wird durch sie beeinflusst?

36 Benennen und beschreiben Sie die dargestellten Arten der Geschwindigkeitssteuerungen.



b) Werden die beiden Signalglieder mit einer zeitlichen Differenz betätigt, die größer ist als die für das Signal 14 an der Drossel eingestellte Verzögerung ($> 0,5$ Sekunden), schaltet das 3/2-Wegeventil um und sperrt den Steuerstrom zum Stellglied -QM1.

Sie beeinflussen die Aus- bzw. Einfahrgeschwindigkeit des Kolbens eines Zylinders, indem sie die ein- oder ausströmende Luft regulieren. Es wird nur die Durchflussmenge und nicht der Druck beeinflusst.

a) *Zuluftdrosselung:*

Die zum Zylinder strömende Luft wird reguliert. Die abfließende Luft kann frei entweichen.

Nachteil:

Bei geringer Ausfahrgeschwindigkeit kommt es zu einer ruckartigen Ausfahrbewegung des Kolbens (stick-slip-Effekt).

b) *Abluftdrosselung:*

Die zufließende Luft strömt ungehindert zum Zylinder. Die abfließende Luft wird gedrosselt.

Vorteil:

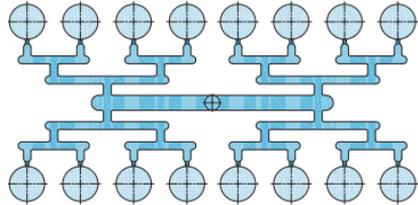
Der Kolben wird dabei gegen ein Luftpolster gedrückt, er ist „eingespannt“. Dadurch wird eine gleichmäßige Kolbenbewegung erreicht.

53 Es wird u. a. mit ausbalancierten Angussystemen gefertigt.

- a) Was versteht man darunter?
b) Wie wird dies erreicht?

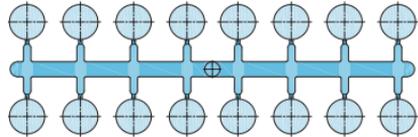
Bei einem ausbalancierten Angussystem sind für alle Formnester die Temperatur, der Druck, die Füllzeit und die Abkühlzeit gleich.

Durch gleich lange Fließwege zu allen Formnestern.



- c) Welche Folgen haben ungleich lange Fließwege zu den Formnestern?

Die entfernteren Formnester werden evtl. nicht vollständig gefüllt, Nachdruck wirkt schlechter, höhere Schwindung. Die näherliegenden Formnester werden evtl. überspritzt (Gratbildung).

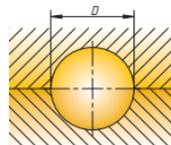


54 Wie nennt man den zunächst noch flüssigen Kern im inneren des Angussystems?

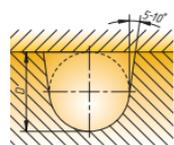
Das ist die plastische Seele.

55 Warum ist der Kreisquerschnitt der günstigste Verteilerkanalquerschnitt?

Der Kreisquerschnitt hat das günstigste Verhältnis von Verteilerkanalquerschnitt zu Abkühlungsfläche. Deshalb bleibt die plastische Seele lange erhalten, wodurch der Nachdruck lange wirken kann. Dadurch können Fehler wie Einfallstellen effektiv vermieden bzw. vermindert werden.



kreisförmiger Verteilerkanal



parabelförmiger Verteilerkanal

13 Beschreiben Sie den Verfahrensablauf beim Pressen (Duroplast).

- Werkzeug (Patrize und Matrize) öffnen
- Formmasse in die Matrize legen
- Werkzeug schließen.
- Masse wird plastifiziert und gleichmäßig im Werkzeughohlraum verteilt
- Masse auf Härtetemperatur bringen (durch von außen eingebrachte Temperatur und Reibungswärme)
- Durch die Vernetzung der Makromoleküle, während der Härtezeit, entsteht ein ausgehärtetes Formteil.
- Werkzeug öffnen
- Formteil entnehmen (Entformen) und entgraten
- Werkzeug reinigen (Entfernen des Pressgrates) und Trennmittel einsprühen

14 Welche Nachteile ergeben sich durch eine Unterhärtung der Formteile?

- eine schlechte Temperaturbeständigkeit
- erhöhte Wasseraufnahme
- schlechtere elektrische Eigenschaften

15 Welche Nachteile ergeben sich durch eine Überhärtung der Formteile?

- Haarrisse an der Oberfläche
- erhöhte Wasseraufnahme

16 Wofür steht die Abkürzung SMC?

- SMC = Sheet Moulding Compounds

17 Was sind SMC?

Unter SMC versteht man im deutschsprachigen Raum Halbzeuge aus harzgetränkten Fasermatten mit max. 50 mm langen Faserschnipseln. Im Gegensatz dazu sind Prepregs aus harzgetränkten Fasergeweben, aus Endlosfasern, ähnlich wie bei einem Leintuch.

18 Welche Nachteile hat das Spritzpressen?

- Orientierung der Füllstoffe in Spritzrichtung
- zusätzlicher Abfall durch den Anguss

Extrusionsblasformen

1 Wie lautet die Definition des Extrusionsblasformens?

Ein extrudierter, thermoplastischer Schlauch wird in einem zweigeteilten Blaswerkzeug aufgeblasen, bis der Schlauch die Innenkontur des Blaswerkzeugs angenommen hat. Nach dem Abkühlen kann der so entstandene Hohlkörper entformt werden.

2 Man sagt, das Extrusionsblasformen ist ein zweistufiger Prozess. Nennen Sie diese zwei Stufen.

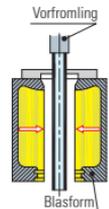
1. Stufe: Extrudieren eines Schlauchs (Vorformling) mittels Umlenkkopf
2. Stufe: Umformen dieses Schlauchs in einer Blasstation zu einem Hohlkörper

3 Aus welchen Formmassen werden Extrusionsblasformteile hergestellt?

Thermoplaste: Meist PE, PVC hart, PP

4 Nennen Sie die Verfahrensschritte zur Herstellung von Extrusionsblasformteilen, in der richtigen Reihenfolge.

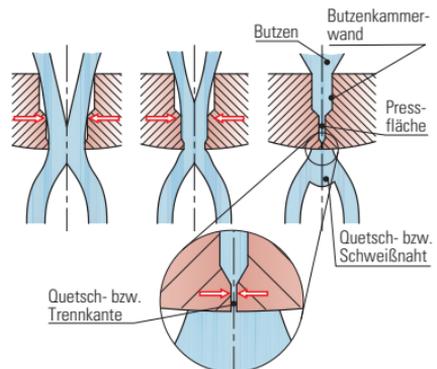
- Herstellung eines Vorformlings



- Vorformling wird vom Blaswerkzeug übernommen



- Verschließen und Abquetschen des Vorformlings



Schäumen von Kunststoffen

Allgemeines:

1 Welche drei Möglichkeiten der Schaumherstellung gibt es?

- Schäumen von Thermoplasten (Geschäumte Spritzgießteile durch Thermoplastschaumguss TSG)
- blähfähige Einzelteilchen (EPS, EPP)
- Schäume aus flüssigen, reaktionsfähigen Ausgangskomponenten (PUR)

2 Wie ist der Begriff „Schaumstoff“ definiert?

Schaumstoffe sind künstlich hergestellte Werkstoffe mit zelliger Struktur und niedriger Dichte.

3 Welche Vorteile haben Schaumstoffe?

- Sie sind leicht (niedrigere Dichte).
- sparen Material und Kosten
- schonen die Umwelt (Isolierungen, weniger Kraftstoffverbrauch)
- weniger Einfallstellen bei TSG
- einfache Nachbearbeitung

4 Wie wird das Aufschäumen (die zellige Struktur) erreicht?

durch Treibmittel

5 Welche drei Arten von Zellen können dabei entstehen?

- geschlossenzellig
- offenzellig
- gemischtzellig

6 Beschreiben Sie den Unterschied zwischen „offenzellig“ und „geschlossenzellig“.

Offenzellig → Die Zellwände sind offen, d. h. die Zellen stehen miteinander in Verbindung. Es kann z. B. ein Luftaustausch stattfinden. Ein Schwamm muss offenzellig sein, damit er Wasser aufnehmen kann.

Geschlossenzellig → Die Zellwände sind geschlossen, d. h. die Zellen stehen nicht miteinander in Verbindung. Es kann kein Luftaustausch stattfinden. Beispiel: Styroporverpackung

Thermoformen/Zustandsbereiche der Thermoplaste

1 Nennen Sie vier Produkte die durch Thermoformen (Warmumformen) hergestellt werden.

- Joghurtbecher
- Fahrradhelme
- Verpackungen
- Badewannen, ...

2 Welche Kunststoffgruppe kann durch Thermoformen verarbeitet werden?

Thermoplaste

3 Warum werden amorphe Thermoplaste für das Thermoformen bevorzugt?

Der Temperaturbereich für das Umformen ist größer als bei teilkristallinen Thermoplasten.

4 In welchem Temperaturbereich (Zustandsdiagramm) wird das Warmumformen durchgeführt?

im thermoelastischen Bereich

5 In welchem Temperaturbereich (Zustandsdiagramm) wird das Spritzgießen und Extrudieren durchgeführt?

im thermoplastischen Bereich

6 Beschreiben Sie die einzelnen Verfahrensschritte beim Thermoformen

- Die Kunststoffplatte (oder Folie) wird in einem Rahmen befestigt und durch eine Heizung bis in den thermoelastischen Bereich erwärmt.
- Die Heizung wird zurückgefahren.
- Durch einen Überdruck von unten wird die Kunststoffplatte vorge Streckt, (das Vorstrecken kann auch mithilfe eines Stempels erfolgen).

Grundlagen der Statistik

20 Welches Ziel verfolgt die „Statistische Prozessregelung“, häufig nur SPC genannt?

SPC ist eine Qualitätsstrategie, die den Schwerpunkt auf Fehlervermeidung legt. D. h.

- unbrauchbare Teile erst gar nicht produzieren,
- Prozessstreuungsverhalten kennen lernen,
- Prozesseinflussfaktoren beherrschen lernen,
- Qualität durch gezielte Eingriffe in den Prozess sichern.

21 Nennen Sie Vorteile der „Stichprobenprüfung“ gegenüber der „100 %-Prüfung“.

- Wirtschaftlicher als 100 %-Prüfung
- Einzig sinnvolles Verfahren bei zerstörender Prüfung
- Schneller vorliegende Prüfaussagen bei aufwändigen Prüfungen

22 Welcher Grundsatz ist bei der Stichprobenentnahme zu beachten?

Der Grundsatz der Zufälligkeit: Jedes Teil muss dieselbe Chance haben, in die Stichprobe zu gelangen.

23 Nennen Sie wesentliche Ziele, die durch Stichprobenverfahren erreicht werden sollen.

- Ermittlung von Gesetzmäßigkeiten
- Voraussagen über Grundgesamtheit (ähnliche Fälle)

24 Skizzieren Sie eine Glockenkurve (Gaußsche Normalverteilung) und kennzeichnen Sie die charakteristischen Kennwerte:

- arithm. Mittelwert \bar{x}
- Spannweite R
- Standardabweichung s .

