

Name: _____

Allgemeines

1. Definieren Sie den Begriff Pulvertechnologie und beschreiben Sie die wichtigsten Prozessschritte. (4 Punkte)

Pulverherstellung

2. Welche prinzipiellen Methoden zur Pulverherstellung kennen Sie? (Oberbegriffe der Verfahren) (5 Punkte)

3. Mit der empirischen Gleichung $W = g(D_f^{-a} - D_i^{-a})$, [W = benötigte Energie, D_f = Teilchengröße am Ende des Mahlprozesses, D_i = Teilchengröße zu Beginn des Mahlprozesses, g = Konstante (abhängig von Material, Mahlkugeln, Mühle...), $a = 2$] kann die Energie abgeschätzt werden, die nötig ist ein Pulver zu zermahlen.

Die Größe von Eisenteilchen soll in einer Kugelmühle von 300 μm auf 75 μm reduziert werden. 8 h werden benötigt, um die Teilchengröße von 300 auf 110 μm zu verringern.

- a) Skizzieren Sie eine Kugelmühle. (2 Punkte)
- b) Berechnen Sie mit Hilfe des Verhältnisses der Energie, die zur Reduktion von 300 auf 110 μm und der Energie, die zur Reduktion von 110 auf 75 μm aufgewendet werden muss, die letztendliche Mahldauer. (Energie/Zeit ist konstant) (2 Punkte)
- c) Mit sinkender Teilchengröße wird immer mehr Energie benötigt, um die Teilchengröße weiter zu reduzieren. Welche Faktoren haben hier einen Einfluss? (2 Punkte)
- d) Welche Mühlenarten würden die Effizienz des Mahlprozesses steigern? (2 Punkte)

Elektrolyse

4. Verschiedene Metallpulver können elektrolytisch hergestellt werden.
 - a) Zeichnen Sie eine Elektrolysezelle zur Herstellung von Fe-Pulver. Wie lauten die anodische und kathodische Reaktion? (4 Punkte)
 - b) Was ist der Vorteil elektrolytisch abgeschiedener Metallpulver? Gibt es auch Nachteile? (3 Punkte)

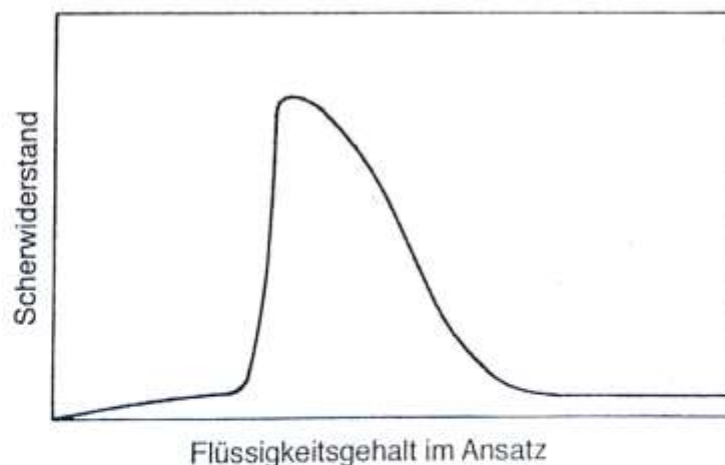
Name: _____

Reaktion zwischen einem festen Ausgangsmaterial und einem Gas

5. Reaktionen zwischen einem gasförmigen und einem festen Reaktanten können häufig durch das Shrinking-Core Model beschrieben werden. Bei diesem Modell wird angenommen, dass die Reaktion an der Außenschale des festen Teilchens beginnt und dann ins Innere fortschreitet, wobei reagiertes Material hinter der Reaktionsfront zurückbleibt.
- a) Diese Reaktion kann durch fünf Teilschritte beschrieben werden. Beschreiben Sie die Teilschritte anhand einer Skizze am Beispiel der Reduktion von Magnetit mit Wasserstoff. (6 Punkte)
- b) Kann man auf diese Art auch das Zustandekommen von schwammförmigen Eisenpulvern verstehen? (1 Punkte)

Formgebung

6. Es gibt verschiedene Formgebungsverfahren in der Pulvertechnologie. Je nach Art, Menge und Verteilung von Pulver, Lösungsmittel und Additiven im Ansatz erhält man für die verschiedenen Formgebungsverfahren unterschiedliche Konsistenzen der zu verarbeitenden Massen.
- a) Wie werden die Formgebungsverfahren aufgrund ihrer unterschiedlichen Ansatzzusammensetzungen unterteilt? (3 Punkte)
- b) Beschreiben Sie für jedes Formgebungsverfahren die Konsistenz des Ansatzes und die Art der Additive. (3 Punkte)
- c) In der untenstehenden Kurve ist der Scherwiderstand über der Menge an flüssiger Phase im Ansatz dargestellt. Ordnen Sie den von Ihnen beschriebenen Formgebungsverfahren Bereiche in der Kurve zu. (3 Punkte)



Name: _____

Pulverpressen

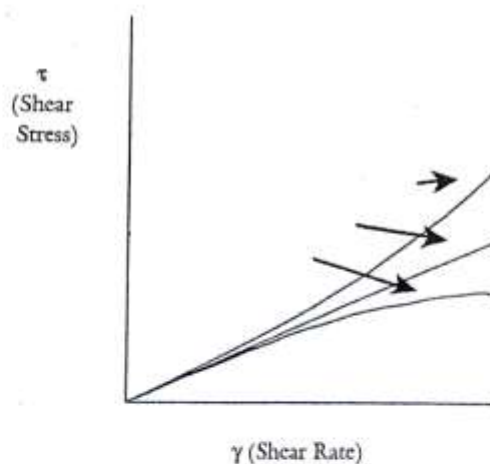
7. Die Füllichte eines sprühgetrockneten Pulvers beträgt 34 % ($\rho_{\text{Füll}}$) und die mittlere Dichte der Granulatkörner 58 % (ρ_{Granulat}). Wie hoch ist die Porosität zwischen (Φ_{inter}) und innerhalb der Körnern (Φ_{intra})? (3 Punkte)

Nasse Formgebung

8. Geladene Teilchen bauen an ihrer Oberfläche eine elektrische Doppelschicht auf.
- Wie kommt es in wässrigen Lösungen zu geladenen Teilchenoberflächen? (1 Punkte)
 - Beschreiben Sie die verschiedenen Vorstellungen zum Aufbau der Doppelschicht von Helmholtz, Gouy / Chapman und Stern. Welche kommt der Realität am nächsten? (4 Punkte)
 - Ausgehend von dem Modell der Doppelschichtbildung lässt sich das Zeta-Potential erklären. Wie? (2 Punkte)
 - Bei welcher Art der Suspensionsstabilisierung sind diese Phänomene von Bedeutung? (1 Punkte)
 - Was beschreibt die DLVO-Theorie (kurze Darstellung der Theorie)? (3 Punkte)

Rheologie

9. Im Bild unten sind verschiedene Fließkurven dargestellt.



- Benennen Sie die verschiedenen Typen des Fließverhaltens. (3 Punkte)
- Zeichnen Sie die selben Kurven in ein Diagramm der Viskosität über der Scherrate. Wann und warum spricht man von einer scheinbaren Viskosität? (4 Punkte)

Name: _____

Formgebung

10. Nennen Sie jeweils ein typisches Produkt, das über Pressen, Extrudieren, Spritzgießen, Foliengießen und Schlickerguss hergestellt wird. Begründen Sie die Wahl des Formgebungsprozesses. (5 Punkte)

Verdichten

11. Beim Festphasensintern unterscheidet man verschiedene Sinterstadien. Zeichnen Sie die Abhängigkeit der Dichte von der Zeit und erläutern Sie anhand dieser Kurve die unterschiedlichen Sinterstadien. (6 Punkte)

Zweiteilchenmodell

12. Zweiteilchenmodell für das Festphasensintern:

- Erklären Sie anhand des Zweiteilchenmodells die Vorgänge zu Beginn des Festphasensinterns. (4 Punkte)
- Wie kann man ausgehend von dieser Modellvorstellung das Auftreten der zum Verdichten notwendigen Materialtransportmechanismen erklären? Gehen Sie dabei auch auf die in diesem Zusammenhang wichtigste Gleichung ein. Auf welche Weise ist diese Gleichung auf Sinterhalsoberflächen anzuwenden? Zeigen Sie, dass an der Kugeloberfläche eine Druckspannung und am Sinterhals eine Zugspannung herrscht. (5 Punkte)
- Welche Materialtransportmechanismen sind möglich? Welche sind mit einer Annäherung der Teilchenmittelpunkte verbunden? (4 Punkte)

Flüssigphasensintern

13. Ähnlich dem Festphasensintern lässt sich das Flüssigphasensintern in verschiedene Stadien einteilen. Zeichnen Sie ein schematisches Diagramm der Schwindung gegen die Sinterzeit. Beschreiben Sie die einzelnen Stadien. (5 Punkte)