Plating

Autor: Petra Zehnder

HOFFMANN MINERAL®
Wir geben Stoff für gute Ideen

Inhalt

- Einleitung
- Experimentelles
- Ergebnisse
  - Prozessparameter
  - Rezeptur
    - Polymer
    - Additive
    - Füllstoffe
- Zusammenfassung

Problembeschreibung

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

- Wo tritt Plating auf ?
  - Extrusion
  - Spritzguss
- Arten der Ablagerung
  - im Masseflusskanal
  - an der Spritzscheibe, speziell im Bereich feiner Lippen
- Auswirkungen
  - Ausschuss
  - Stillstand

Mögliche Einflussgrößen

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

- Prozess
  - Werkzeugoberfläche
  - Werkzeuggeometrie
  - Verarbeitungsparameter
- Material
  - Rezeptur

Schwerpunkt der Untersuchung

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

- Extrusionsparameter
- Mischungsaufbau
  - Polymer (EPDM)
  - Additive
  - mineralische Füllstoffe

Basisrezeptur

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

	phr
EPDM Standard	100
Mineralischer Füllstoff	50
Corax N-550	90
Paraffinöl (Weichmacher)	75
Summe	**315**

Parameter zur Platingbestimmung

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

Extruder		Schwabenthan Polytest 30 R
Schneckendurchmesser	mm	30
Prozesslänge	mm	450
Temperatursollwert Kopf / Zone 1 / Zone 2	°C	60 / 60 / 60
Kühlung (Zone 1 und 2)		¼ Umdrehung auf
Drehzahl	U/min	100
Platingmessvorrichtung		siehe Zeichnung
Messkanal l x b x h	mm	50 x 10 x 3
Messplättchenmaterial		Werkzeugstahl CK 45, längs geschliffen
Messplättchen Rautiefe R_z (quer zur Fließrichtung)	µm	5-7
Fütterstreifen	mm	30 x 6

Versuchsdurchführung

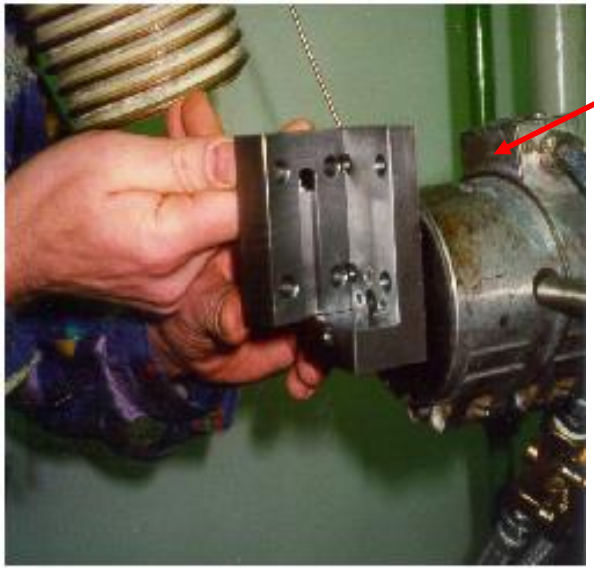
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

Jeder Extrusionsversuch wurde mit 5 kg Versuchsmischung unter definierten Prozessbedingungen durchgeführt



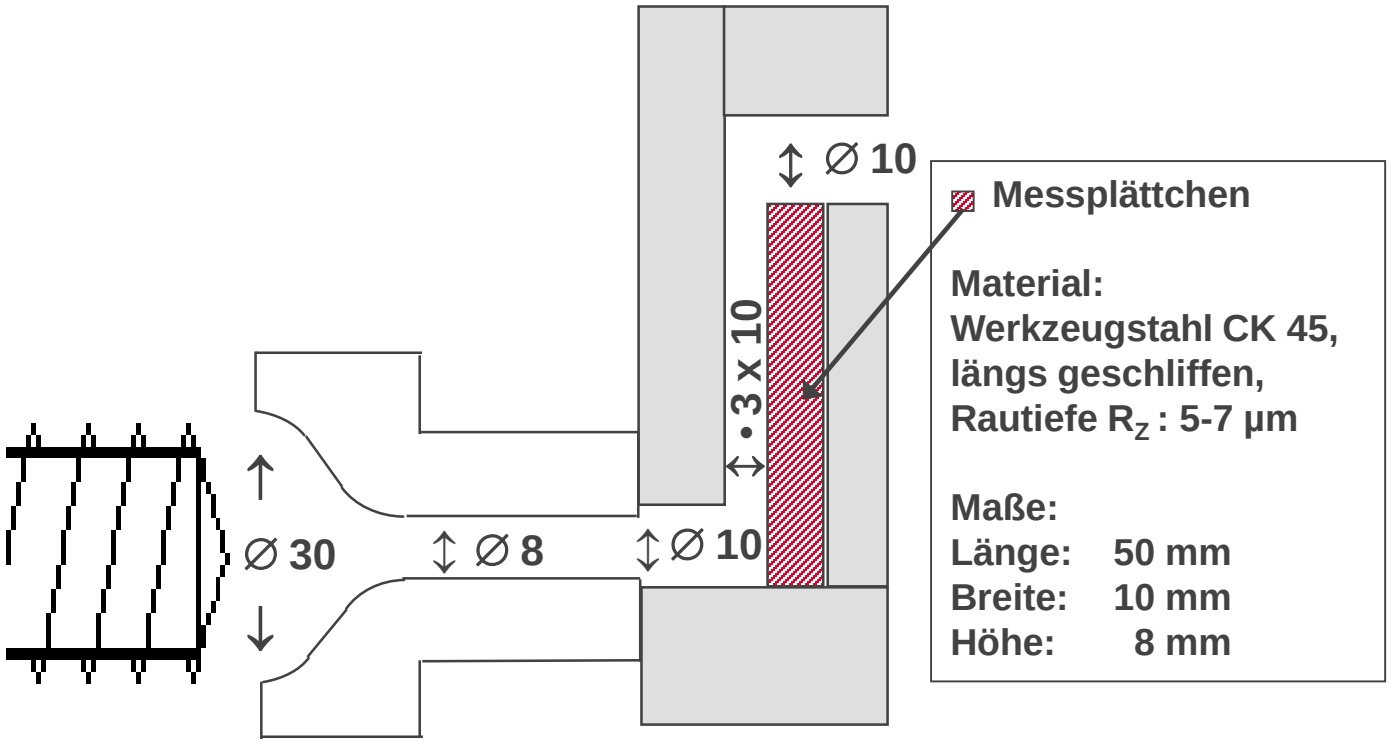
Messvorrichtung

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



alle Abmessungen in mm

Auswertung

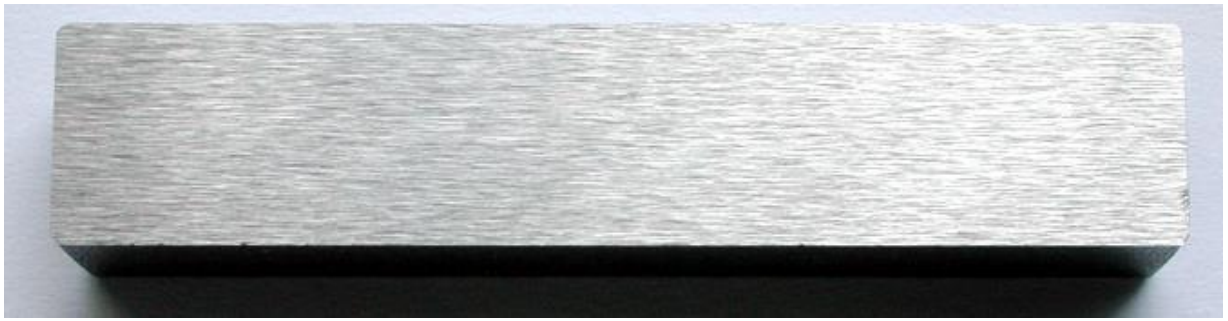
durch optische Beurteilung der Messplättchenoberfläche

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



Effekt der Messplättchenoberfläche

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Prozessparameter

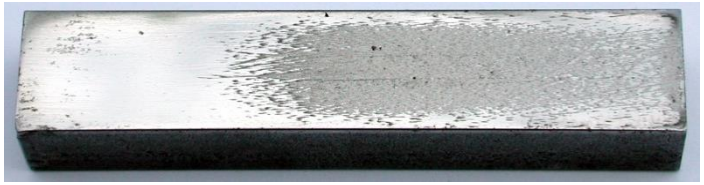
ZUSAMMENFASSUNG

Standard Oberfläche
(längs geschliffen, R_z 5-7 µm

Oberfläche beschichtet

mit Fluoralkylsilan

Oberfläche poliert



Effekt des Durchsatzes

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Prozessparameter

ZUSAMMENFASSUNG

500 g/min

50 g/min

Effekt der Extruderkopftemperatur

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Prozessparameter

ZUSAMMENFASSUNG

60°C

100°C

Teilzusammenfassung Prozessparameter

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Prozessparameter

ZUSAMMENFASSUNG

Reduzierung / Vermeidung von Plating durch

- Reduzierung der Rautiefe aller Flächen, die mit dem Extrudat in Berührung kommen, insbesondere in der Spritzscheibe
- Reduzierung des Durchsatzes
- Erhöhung der Extruderkopftemperatur
- auf Erfahrung von Kunden basierend: strömungsgünstige Gestaltung im Bereich der Spritzscheibe

Reiner EPDM-Kautschuk ohne weitere Zusatzstoffe

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Polymer

ZUSAMMENFASSUNG

Typ ohne Plating- Neigung (EPDM 1)

Typ mit starker Plating-Neigung

Verwendete EPDM-Polymere

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Polymer

ZUSAMMENFASSUNG

Charakteristische Eigenschaften der verwendeten EPDM-Typen

	ML 1+4 125°C	ML 1+8 125°C	Molmassen-verteilung (MMV)	Ethylen-(C2) Gehalt (%)	Dien-(ENB) Gehalt (%)
EPDM 1 (Standard)	ca. 90	80	bimodal	52	9
EPDM 2	90	n. b.	mittel	50	9
EPDM 3	63	n. b.	breit	52	8
EPDM 4	28	n. b.	eng	50	8

n. b. = nicht bestimmt

Austausch des Polymers in der Basisrezeptur

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Polymer

ZUSAMMENFASSUNG

EPDM 1 (Standardrezeptur)
hohe Viskosität
bimodale MMV

EPDM 2
hohe Viskosität
mittlere MMV

EPDM 3
mittlere Viskosität
breite MMV

EPDM 4
niedrige Viskosität
enge MMV

Teilzusammenfassung
Rezeptur: Polymer

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Polymer

ZUSAMMENFASSUNG

Reduzierung / Vermeidung von Plating durch

- Verwendung von Kautschuktypen niedrigerer Viskosität

Einfluss der Additive (1)
Dosierung 2 phr

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Stoffgruppe	Bezeichnung / Beschreibung
Fettsäure	Stearinsäure
Fettsäurederivat	Stearin(säure)amid
Fettsäurederivat	Stearylalkohol
Fettsäurederivat	Hydroxystearinsäure
Metallseife	Zinkstearat
Metallseife	basierend auf Calciumstearat
quaternäres Ammoniumsalz	Dimethyl-distearyl-ammoniumchlorid
Glykol	Diethylenglykol (DEG)
Silan	Tetrasulfansilan (TESPT)
niedermolekulares Polymer	flüssiges 1,2-Polybutadien
niedermolekulares Polymer	flüssiges 1,2-Polybutadien, silyliert
niedermolekulares Polymer	flüssiges EPDM
KW-Wachsderivat	Perfluoralkylwachs
KW-Wachsderivat	Montansäurewachs

Einfluss der Additive (1)
Dosierung 2 phr

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Praktisch ohne Effekt

Deutlich positiver Effekt

Leicht positiver Effekt

Leicht negativer Effekt

Deutlich negativer Effekt

Einfluss der Additive (1)
Dosierung 2 phr

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Praktisch ohne Effekt

- Perfluoralkylwachs [Genolub PFF 6/1020]
- Stearylalkohol [Lorol C 18]
- Hydroxystearinsäure [Edenor OSSG]
- Montansäurewachs [Luwax S]

Einfluss der Additive (1)
Dosierung 2 phr

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Deutlich positiver Effekt

- Stearinsäure

Einfluss der Additive (1)
Dosierung 2 phr

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Leicht positiver Effekt

- Oberflächenbehandlung mit Silan Si-69 (TESPT) [Aktisil PF 216]
- Niedermolekulare Polymere / Oligomere
  - 1,2-Polybutadien [Lithene AH]
  - 1,2-Polybutadien, silyliert [Polyvest 25]
  - Flüssiges EPDM [Trilene 67]

Einfluss der Additive (1)
Dosierung 2 phr

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Leicht negativer Effekt

- Verarbeitungshilfsmittel auf Basis Calciumstearat [Deoflow S]
- Zinkstearat bewirkte einen verzögerten Beginn und ablagerungsfreie Längsstreifen

Einfluss der Additive (1)
Dosierung 2 phr

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Deutlich negativer Effekt

- Quaternäres Ammoniumsalz [Varisoft TA 100]
- Diethylenglykol [DEG]
- Stearin(säure)amid [Uniwax 1750]

Einfluss der Additive (1)

Partieller Ersatz von Weichmacher durch Silikonöl

Referenz
ohne Additiv

2 phr ersetzt

5 phr ersetzt

10 phr ersetzt

Der Ersatz von 5 phr Weichmacheröl durch Silikonöl bewirkte in dieser Versuchsanordnung vollständige Plating-Freiheit.

Einfluss der Additive (2)
Dosierung 5 phr

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Stoffgruppe	Bezeichnung / Beschreibung
Silikonöl	Polydimethylsiloxan (Silikonöl), 1000 mm²/s
Metallseife	Zinkoleat
Metallseife	Zinkstearat
Metallseife	Calciumstearat
Metallseife	Verarbeitungshilfsmittel auf Basis Calciumstearat
Metallseife	Calcium- / Zinkstearat
Fettsäureamid	Stearin(säure)amid (Stearamid)
Glykol	Polyethylenglykol (PEG), 4000 g/mol
Glykol	Diethylenglykol (DEG)

Einfluss der Additive (2)
Dosierung 5 phr

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Referenz
ohne Additiv

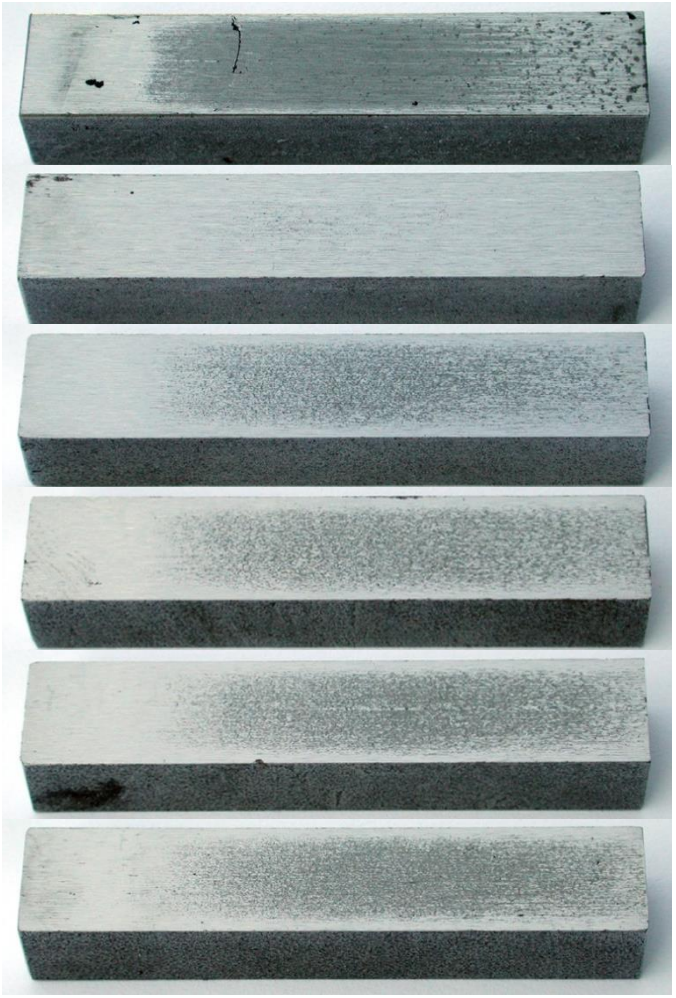
Silikonöl

Zinkstearat
+ 2 phr Stearinsäure

Zinkoleat

Calcium- / Zinkstearat

Zinkstearat



Einfluss der Additive (2)
Dosierung 5 phr

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Calciumstearat
+ 2 phr Stearinsäure

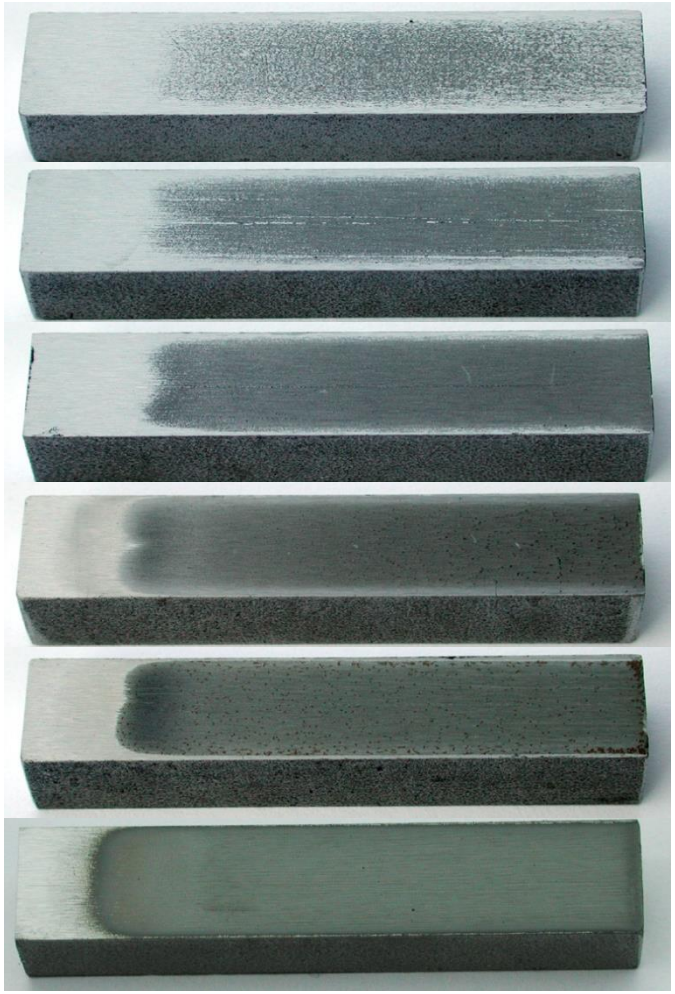
Calciumstearat

Verarbeitungshilfsmittel
auf Basis Calciumstearat

Stearin(säure)amid (Stearamid)

Polyethylenglykol (PEG)

Diethylenglykol (DEG)



Einfluss der Additive (3)
ausgewählte Additive

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Stoffgruppe	Bezeichnung / Beschreibung
Metallseife	Zinkoleat
Aminoalkohol	Triethanolamin (TEA)
Phosphatester	Laurylphosphatester

Einfluss der Additive (3)
ausgewählte Additive

HOFFMANN MINERAL

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Referenz
ohne Additiv

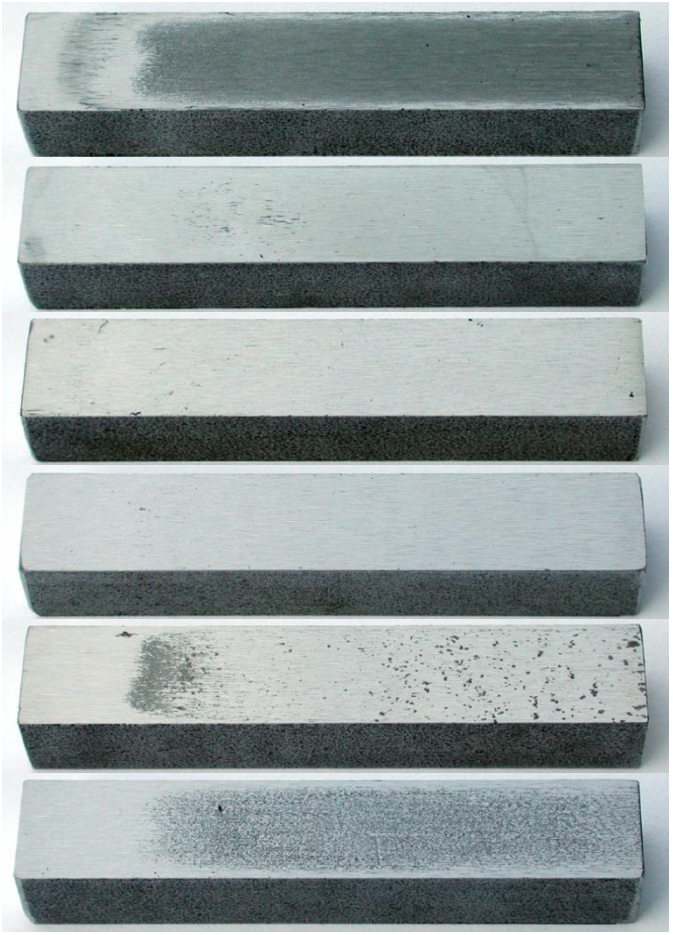
Laurylphosphatester
(5 phr)

TEA (5 phr) *

Laurylphosphatester (2,67 phr)
TEA neutralisiert (2,33 phr)

Laurylphosphatester (1,33 phr)
TEA neutralisiert (1,17 phr)

Zinkoleat (2,5 phr)



* starkes Plating auf der Seite gegenüber dem Messplättchen

Teilzusammenfassung
Rezeptur: Additive

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Additive

ZUSAMMENFASSUNG

Reduzierung von Plating durch:

- Vermeidung von Diethylenglykol (DEG) oder Polyethylenglykol (PEG), quaternären Ammoniumsalzen oder Amidwachsen (auch als Bestandteil von Verarbeitungshilfsmitteln)
- Zusatz von Triethanolamin (TEA) als Ersatz für DEG bzw. PEG
- Zusatz von Stearinsäure, möglichst in erhöhter Dosierung
- Zusatz von Zinkstearat oder Zinkoleat, bevorzugt in Kombination mit Stearinsäure

Vermeidung von Plating durch:

- Zusatz von mindestens 5 phr Silikonöl
- Zusatz von 2,5 bis 5 phr Laurylphosphatester (auch mit Triethanolamin zur Neutralisation)

Verwendete mineralische Füllstoffe

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Füllstoffe

ZUSAMMENFASSUNG

Füllstoff	Beschreibung
Sillitin Z 86	Neuburger Kieselerde ein natürlich entstandenes Gemisch aus korpuskularer Neuburger Kieselsäure und lamellarem Kaolinit
Sillitin V 85	Neuburger Kieselerde gröberer Typ als SILLITIN Z 86
Silfit Z 91	Neuburger Kieselerde thermisch nachbehandelt (kalziniert)
Kreide	natürliches Calciumcarbonat überwiegend korpuskular feiner Typ (Korngröße ähnlich SILLITIN Z 86)
Talkum 1	mikronisiertes Talkum lamellar feiner Typ (Korngröße ähnlich SILLITIN Z 86)
Talkum 2	mikronisiertes Talkum lamellar gröberer Typ als Talkum 1

Kornformen der verwendeten Füllstoffe

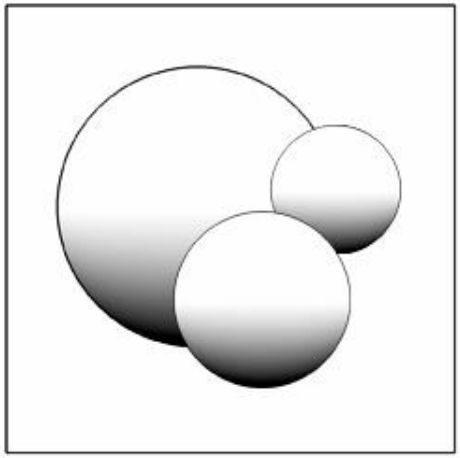
EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

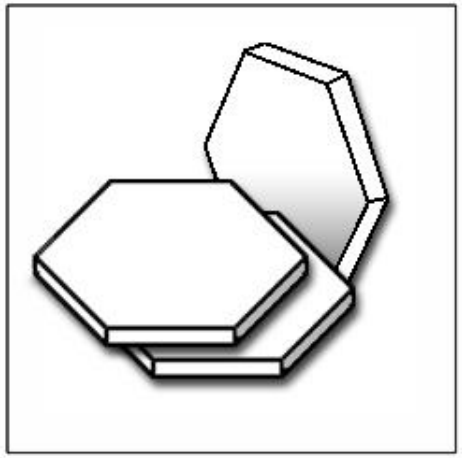
ERGEBNISSE

• Rezeptur: Füllstoffe

ZUSAMMENFASSUNG



kugelförmig
(korpuskular)



plättchenförmig
(lamellar)

Effekt der Kornform

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

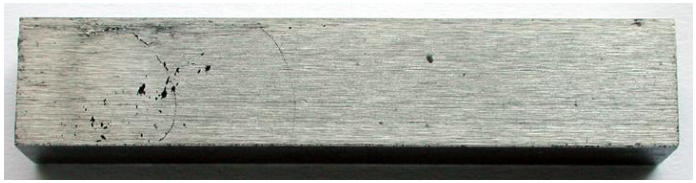
• Rezeptur: Füllstoffe

ZUSAMMENFASSUNG

Kombination aus korpuskular und lamellar

Sillitin Z 86

überwiegend korpuskular



Kreide

$CaCO_3$ Gehalt 88%

(evtl. geringe lamellare Anteile)

lamellar

Talkum

Effekt der Korngröße

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Füllstoffe

ZUSAMMENFASSUNG

feiner ⟷ gröber

Sillitin Z 86

Sillitin V 85

Talkum 1

Talkum 2

Aggregierung lamellarer Anteile durch Kalzinierung

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Füllstoffe

ZUSAMMENFASSUNG

korpuskulare und lamellare Anteile

Sillitin Z 86

lamellare Anteile aggregiert durch thermische Nachbehandlung

Silfit Z 91

kalzinierte Neuburger Kieselerde

Teilzusammenfassung
Rezeptur: Füllstoffe

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

• Rezeptur: Füllstoffe

ZUSAMMENFASSUNG

Reduzierung von Plating durch:

- Vermeidung von lamellaren Füllstoffen wie z. B. Talkum (auch als Pudermittel oder Bestandteil des Trennmittelbads in Batch-Off-Anlagen)
- Bevorzugte Verwendung von Sillitin V oder Sillitin N als Füllstoff (weniger günstig: Sillitin Z oder Sillikolloid P)

Vermeidung von Plating durch:

- Silfit Z 91

Zusammenfassung

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

Reduzierung / Vermeidung von Plating durch:

- angepasste Prozessparameter
- Polymer mit niedriger Viskosität
- Vermeidung ablagerungsfördernder Additive (z. B. DEG, PEG, Amidwachse, quaternäre Ammoniumsalze)
- Zusatz von Additiven zur Förderung des Schmierfeffekts (z. B. Stearinsäure, Zinkstearat, Zinkoleat, TEA, Laurylphosphatester, Silikonöl)
- Füllstoffe mit möglichst geringem oder aggregiertem lamellaren Anteil

Empfehlung

EINLEITUNG

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG

Empfohlene Füllstoffe aus der Reihe der Neuburger Kieselerde:

- Sillitin V oder Sillitin N:
  kostengünstige Möglichkeit zur Reduzierung von Plating

- Silfit Z 91:
  vollständige Vermeidung von füllstoffbedingtem Plating

Wir geben Stoff für gute Ideen!

HOFFMANN MINERAL GmbH
Münchener Straße 75
DE-86633 Neuburg (Donau)

Telefon: +49 8431 53-0
Internet: www.hoffmann-mineral.de
E-Mail: info@hoffmann-mineral.com

Unsere anwendungstechnische Beratung und die Informationen in diesem Bericht beruhen auf Erfahrung und erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen, gelten jedoch nur als unverbindlicher Hinweis ohne jede Garantie. Außerhalb unseres Einflusses liegende Arbeits- und Einsatzbedingungen schließen einen Anspruch aus der Anwendung unserer Daten und Empfehlungen aus. Außerdem können wir keinerlei Verantwortung für Patentverletzungen übernehmen, die möglicherweise aus der Anwendung unserer Angaben resultieren.