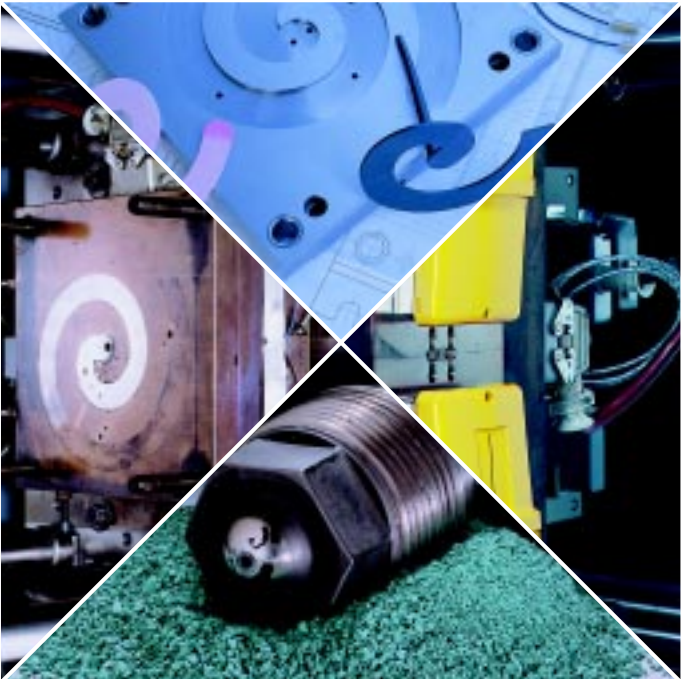


*Forminnendruckmessung,
Formteilfehler-Katalog
und Verfahrensoptimierung*



Vorwort

FM Formmassen

Dieser Leitfaden enthält viele praktische Tipps zu Forminnendruckmessungen und Verfahrensoptimierungen für die Spritzgießverarbeitung härterer Formmassen und dient dem Technologie-Transfer zwischen Industrie und Fachhochschule.

Der Leitfaden wurde erstellt und bearbeitet von:

Prof. Dr.-Ing. Paul Thienel

Dipl.-Ing. Bernhard Hoster

Dipl.-Ing. Christian Kürten

Redaktionelle und orthographische Bearbeitung: Michael Stahl



Bakelite AG, Werk Letmathe

Inhaltsverzeichnis

FM Formmassen

• Formteilfehler / Duroplaste	26
Matte Stellen	27
Dieseffekt	30
Weißfleckigkeit	33
Brandflecken	36
Verunreinigungen	38
Anvernetzter Propfen	39
Wolkenbildung	42
Pilzbildung	46
Glasfaserschlieren	47
Farbschlieren	49
Feuchtigkeitsschlieren	52
Fließlinien	55
Glanzabweichungen	59
Granulatkorgrenzen	61
Orangenhaut	63
Porositäten	66
Blasen	70
Risse	75
Einfallstellen	81
Kratzer	85
Auswerferabdrücke	86
Literatur	88

Formteilfehler Duroplaste

FM Formmassen

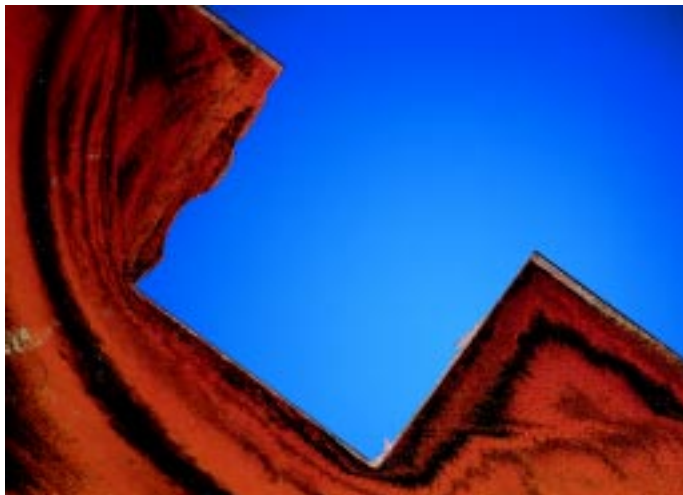
Zum Gebrauch des Leitfadens

Für eine effektive Fehlerbeseitigung ist es wichtig, den Fehler eindeutig zuzuordnen und somit die entsprechenden Ursachen und geeignete Abhilfemaßnahmen zu kennen. Daher werden in diesem Leitfaden zunächst verschiedene Fehlerbilder für jeden einzelnen Fehler aufgezeigt, die Fehlerursache wird in Text und Graphik veranschaulicht.

Der Fehlerleitfaden -Duroplaste- zeigt für 21 verschiedene Fehlerarten Abhilfemaßnahmen auf. Diese Abhilfemaßnahmen sind teilweise experimentell überprüft und nach Effektivität gewichtet worden. Dem Anwender stehen somit die Parameter zur Verfügung, die in erster Linie an der Maschine und Presse zu ergreifen sind. Neben den Abhilfemaßnahmen erhält der Anwender wichtige Tips und Informationen, die zur Beseitigung der Fehler beitragen.

Wir bedanken uns bei zahlreichen Diplomanden, die in Zusammenarbeit mit der Industrie zum Gelingen des Leitfadens beigetragen haben. Besonders bedanken wir uns bei Herrn Dipl.-Ing. Roger Görlitz und Herrn Dipl.-Ing. Thorsten Ritter für die hilfreiche fachliche Unterstützung bei der Erstellung des Leitfadens.

Dieser Leitfaden wird Herrn Dr. W. Schönthaler gewidmet, der durch seine hervorragenden fachlichen Arbeiten im Duroplastbereich Pionierarbeit geleistet hat und hierdurch viele Entwicklungen förderte.



Flecken: Matte Stellen

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Matte Stellen zeichnen sich durch Glanzunterschiede am Formteil aus, wobei sowohl großflächige, als auch kleinflächige Bereiche matt erscheinen können.

Matte Stellen werden häufig durch

- Porositäten,
- Dieseleffekte,
- Weißfleckigkeit,
- großflächige Farbveränderungen,
- Verunreinigungen,
- Wolkenbildung,

verursacht und sind somit eine übergeordnete Fehlerart.

Bild 1.1: Matte Stellen durch Porositäten am Fließwegende /1/

Bild 1.2: Matte Stellen am gesamten Formteil durch unzureichenden Nachdruck /1/

Bild 1.3: Matte Stellen an einem Schaltergehäuse durch unzureichende Entlüftung

• Fehlerursache

Rauhigkeitsunterschiede an der Formteiloberfläche verursachen eine unterschiedliche Reflexion des Lichtes. Werden die reflektierten Lichtstrahlen weit gestreut, erscheint die Oberfläche matt.



Bild 1.1: Matte Stellen an einem Löffel /5/

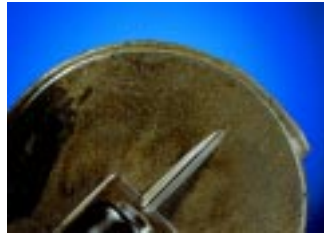


Bild 1.2: Matte Stellen an einem Deckel /2/







Bild 1.3: Matte Stellen an einem Elektrobauteil

Flecken: Matte Stellen Spritzgießen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Nachdruck erhöhen 
2. Nachdruckzeit verlängern 
3. Dosiervolumen optimieren
4. Einspritzgeschwindigkeit erhöhen 
5. Temperaturverteilung kontrollieren
6. Lüften
7. Zylinder-Düsentemp. < 100°C senken 

Bemerkungen:

- 1 - 3: Randschicht der Formmasse wird nicht richtig aufgeschmolzen, oder Formteil wird nicht ausreichend verdichtet (kein ausreichender Werkzeugwandkontakt)
- 4: bei UP-Formmassen Einspritzgeschwindigkeit senken
- 7: Nur bei polykondensierenden Massen

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Werkzeugoberfläche beschädigt
2. Keine ausreichende Entlüftung
3. Werkzeugoberfläche rau oder matt
4. Werkzeugdurchbiegung zu stark, versteifen
5. Werkzeug zu stark gewachst
6. Temperaturverteilung kontrollieren und wenn nötig, optimieren

Bemerkungen:

- 1: Werkzeugoberfläche kontrollieren und evtl. beschichten
- 2: Führt auch zu Belag, Dieseleffekt
- 3: Durch z.B. Belag in der Form
- 4: Durch starke Gratbildung erkennbar

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten







1. siehe Fehler
 - Porositäten,
 - Dieseleffekte,
 - Weißfleckigkeit,
 - Großflächige Farbveränderungen,
 - Verunreinigungen,
 - Wolkenbildung
2. Formmasse gibt zu viele Reaktionsprodukte oder Additive (ausschwitzende Bestandteile) ab. Rücksprache mit dem Rohstoffhersteller



Flecken: Matte Stellen Pressen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Vorwärmtemperatur erhöhen 
2. Schließgeschwindigkeit 
3. Werkzeugtemperaturunterschiede ausgleichen
4. Füllvolumen erhöhen 
5. Preßdruck erhöhen 
6. Werkzeugwandtemperatur 
7. Härtezeit verlängern 

Bemerkungen:

- 1-3: Formmasse gibt zu viele Spaltprodukte ab
- 4-5: Formmasseschlecht verdichtet
- 5: Falls der Austrieb nicht zu groß wird (eingeschlossene Luft führt zu matten Stellen)

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Temperaturregelverhalten optimieren
Werkzeugwandtemperaturunterschiede ausgleichen
2. Preßdruck wirkt nicht gleichmäßig im Werkzeug
3. Werkzeugoberfläche beschädigt
4. Werkzeug zu stark gewachst
5. Belag auf der Werkzeugwand,
Werkzeug säubern
6. Werkzeug schlecht entlüftet

Bemerkungen:

- 1: thermische Berechnung des Werkzeuges durchführen
- 2: (Austrieb in manchen Bereichen sehr stark)
- 3: z.B. durch Abrasion

- 6: Matte Stelle oft im Bereich von Lufteinschlüssen

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. siehe Fehler
 - Porositäten,
 - Deseleffekte,
 - Weißfleckigkeit,
 - großflächige Farbveränderungen,
 - Verunreinigungen,
 - Wolkenbildung
2. Formmasse gibt zu viele Reaktionsprodukte (ausschwitzende Bestandteile) ab.
Rücksprache mit dem Rohstoffhersteller
3. Formmasse zu feucht, Masse trocknen

Flecken: Deseleffekt

FM Formmassen

- Fehlerdiagnose und Beschreibung

Dieseleffekte (Brenner) treten vorwiegend in Bereichen von Rippen, Domen und am Fließwegende auf. Der Fehler „Deseleffekt“ erscheint durch einen Farbumschlag in den angegebenen Bereichen. Oft wird der Deseleffekt durch Porositäten begleitet.

Bild 2.1: Deseleffekt an einem Formteil durch einen Lufteschluß (Zusammenfließen von Fließfronten)

Bild 2.2: Deseleffekt durch unzureichende Entlüftung am Fließwegende

Bild 2.3: Deseleffekt im Bereich von Rippen

- Fehlerursache

Der Deseleffekt wird durch eine schlechte Entlüftung der Kavität verursacht (z.B. Bild 2.4). Die noch in der Kavität vorhandene Luft wird komprimiert, es entstehen Temperaturen von ca. 800-1000°C. Hierdurch erhält z.B. das Harz der Formmasse einen Farbumschlag, der als „Deseleffekt“ bezeichnet wird. Speziell bei UP-Formmassen besteht die Gefahr, daß das Styrol bei den hohen Temperaturen (gasförmig) entzündet wird und verbrennt (eigentlicher Deseleffekt).

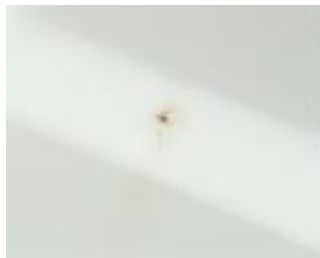


Bild 2.1: Deseleffekt an einem Gehäuse



Bild 2.2: Deseleffekt am Fließwegende /1/



Bild 2.3: Deseleffekt an einer Rippe /2/

Flecken: Deseleffekt Spritzgießen

FM Formmassen



Werkzeug neu oder schlecht entlüftet

1. Entlüftungen kontrollieren und ggf. reinigen
2. Mit Lüftprogramm fahren
3. Zusätzliche Entlüftung durch Auswerfer anbringen
4. Überlauf einsetzen

Bemerkungen:

- 1: Auswerfer auf Verschmutzung kontrollieren
- 3: z.B. im Bereich von Domen, Rippen etc.
- 4: Überlaufkanal zur besseren Entlüftung polieren

Ungünstige Verarbeitungsparameter

1. Einspritzgeschwindigkeit senken 
2. Lüftprogramm anwählen
3. Schließkraft reduzieren 

Bemerkungen:

- 1: Einspritzprofil ist vorteilhaft, da die Kompression der Gase vermieden wird.
- 3: Gefahr der Gratbildung

Systematische Kontrolle

1. Formmasse zu feucht, trocknen
2. Schmiermittelanteil oder Gleitmittelanteil in der Formmasse zu hoch
3. Entlüftungen anbringen
4. Lufteinschlüsse durch fließtechnische Auslegung vermeiden oder in günstigere Bereiche (Entlüftungen) verlegen
5. Schleifrichtung in der Trennebene in Fließrichtung legen

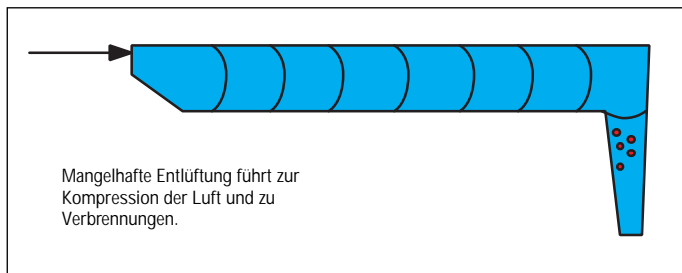
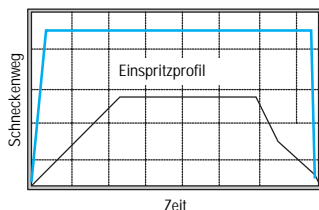


Bild 2.4: Entstehung des Deseleffektes

Flecken: Deseleffekt Pressen

FM Formmassen




Werkzeug neu oder schlecht entlüftet

1. Entlüftungen kontrollieren und ggf. reinigen
2. Zusätzliche Entlüftung durch Auswerfer anbringen
3. Überlauf einsetzen

Bemerkungen:

- 1: Auswerfer auf Verschmutzung kontrollieren
- 2: z.B. im Bereich von Domen, Rippen usw.
- 3: Überlaufkanal zur besseren Entlüftung polieren

Ungünstige Verarbeitungsparameter

1. Schließgeschwindigkeit senken 
2. Vorwärmtemperatur erhöhen 
3. Vordruckphase verlängern 

Bemerkungen:

- 1: Die Kompression des Gasgemisches wird vermieden
- 2 - 3: Feuchtigkeit kann aus der Formmasse entweichen

Sonstige Kontrolle / Beseitigungsmöglichkeiten

1. Formmasse trocknen
2. zusätzliche Entlüftungen im Werkzeug anbringen
3. Gleit- oder Schmiermittelanteil in der Formmasse zu groß, Rücksprache mit dem Rohstoffhersteller
4. Materialzufuhr so ändern, daß kein Luft-einschluß entsteht



Flecken: Weißfleckigkeit

FM Formmassen

- Fehlerdiagnose und Beschreibung

Der Formteilfehler Weißfleckigkeit erscheint durch meist großfleckige, hellfarbige Farbveränderungen vorwiegend bei Aminoplasten (UF, MF).

- Fehlerursache

Weißfleckigkeit ergibt sich durch eine thermische Überbeanspruchung der Farbpigmente, wobei ein heller Farbumschlag erfolgt. Dieser Fehler ist somit stark von der Zusammensetzung und Einstellung der Formmasse abhängig.

An dunklen Formteilen lassen matte Stellen die Oberfläche partiell weiß erscheinen (siehe somit auch „Matte Stellen“).

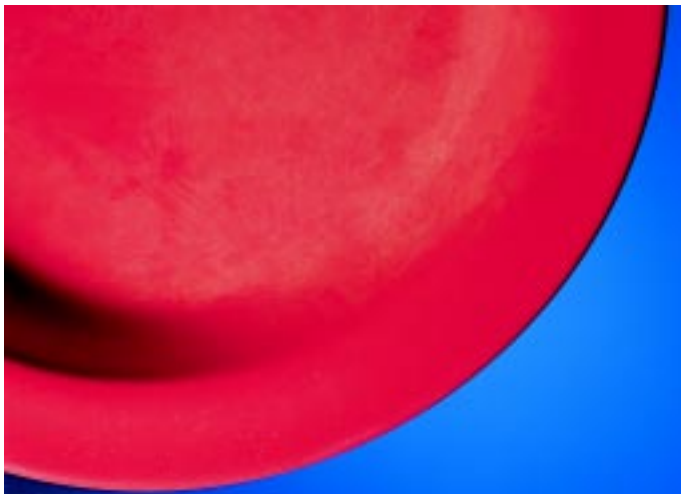








Bild 3.1: Weißfleckigkeit an einem Teller /1/

Flecken: Weißfleckigkeit

Spritzgießen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Werkzeugtemperatur 
2. Einspritzgeschwindigkeit 
3. Staudruck, Schneckendrehzahl 
4. Härtezeit verkürzen 
5. Zyl.-Düsentemperatur optimieren  

Bemerkungen:

- 1: Rohstoffherstellerangaben beachten
- 2: Einspritzprofil fahren: langsam - schnell - langsam
- 5: Von Masse zu Masse unterschiedlicher Einfluß vorhanden

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Ungleichmäßige Temperaturverteilung im Werkzeug
2. Temperaturregelverhalten ungünstig
3. Anschnitte vergrößern
4. Verteilerkanäle vergrößern

Bemerkungen:

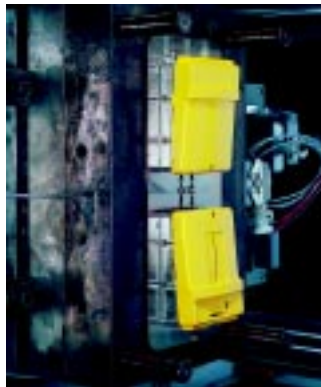
- 1: Temperaturunterschiede < 5 °C anstreben
- 2: Fehler tritt meist ungleichmäßig auf
- 3 - 4: Es wird zu viel Friktionswärme (Reibung) in die Masse eingebracht

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Werkzeug auf örtlich hohe Temperaturunterschiede überprüfen
2. Formmasse empfindlich gegen hohe Temperaturen
3. Inhomogene Formmasse
4. Reaktion der Masse zu schnell
5. Formmasse zu hochviskos

Bemerkungen:







- 1: Temperaturunterschiede sollten < als 5 °C sein
- 2: Rücksprache mit dem Rohstoffhersteller
- 3: Farbpartikel werden unterschiedlich aufgeschmolzen und teilweise thermisch geschädigt



Flecken: Weißfleckigkeit Pressen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Werkzeugtemperatur 
2. Hohe Temperaturunterschiede, optimieren 
3. Härtezeit 
4. Preßdruck 
5. Werkzeugschließzeit verkürzen 
6. Vorwärmtemperatur 

Bemerkungen:

- 2: Temperaturunterschied $< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ anstreben
- 5: Masse härtet an

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Temperaturregelverhalten optimieren
2. Fließquerschnitte vergrößern
3. Druckverteilung auf die Formmasse optimieren
4. Fließmöglichkeit der Masse erhöhen

Bemerkungen:

- 1: Thermische Berechnung des Werkzeuges durchführen
- 2: Temperaturerhöhung durch zu enge Fließquerschnitte
- 3: Werkzeughälften schwimmen, dadurch ungleichmäßige Druckverteilung

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Temperaturhaushalt des Werkzeuges nicht in Ordnung
Meist zu hohe Heizleistung installiert
2. Viskosität der Masse erniedrigen
3. Feinanteil in der Masse reduzieren
(Masse tablettieren)
4. Überhärtete Anteile in der Masse vorhanden
5. Falls die Masse vorbehandelt wird, Gleichmäßigkeit der Temperatur kontrollieren
6. Formmasse zu wärmeempfindlich, Abhilfe nur über eine andere Rezeptur möglich



Große Brandflecken

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Große Brandflecken erscheinen bei Aminoplasten durch helle Farbveränderungen (siehe Kap. 3, Weißfleckigkeit) partiell über größere Bereiche oder am gesamten Formteil. Bei anderen Formmassensorten treten auch dunkle Farbumschläge auf.

Die Oberfläche ist vollständig aufgeschmolzen (Glanzunterschied) und somit zu „Maten Stellen“ zu unterscheiden.

Bild 4.1: Farbveränderungen an einer Verteilerkappe durch thermische Schädigung /1, 2/.



Bild 4.1: Große Brandflecken an einem Verteilerkanal /2/

• Fehlerursache

Große Brandflecken ergeben sich durch eine thermische Schädigung der Formmasse. Hierbei verändert sich die Farbe des Harzes oder der Farbpigmente.

Bild 4.2:

Örtliche Überhitzung durch ungünstige Anordnung der Heizpatronen kann zu „großflächigen Brandflecken“ führen.

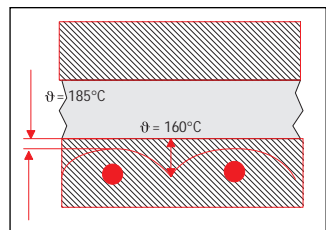






Bild 4.2: Örtliche Überhitzungen

Große Brandflecken Spritzgießen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Werkzeugtemperatur 
2. Einspritzgeschwindigkeit 
3. Werkzeug auf Überhitzung prüfen
4. Härtezeit verkürzen 
5. Zyl.-Düsentemp. optimieren
6. Schneckendrehzahl, Staudruck senken 

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Örtliche Überhitzung des Werkzeuges
2. Temperaturregelverhalten ungünstig
3. Anschnitte vergrößern
4. Verteilerkanäle vergrößern

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Werkzeug auf örtlich hohe Temperaturunterschiede überprüfen
2. Formmasse empfindlich gegen hohe Temperaturen
3. Inhomogene Formmasse

Bemerkungen:

- 2: Einspritzprofil ist vorteilhaft langsam - schnell - langsam
- 6: Einfluß nicht so gravierend

Bemerkungen:




- 1 - 2: Temperaturunterschied $< 5\text{ °C}$ anstreben, Werkzeug thermisch berechnen und optimieren
- 3 - 4: Es wird zu viel Friktionswärme (Reibung) in die Masse eingebracht

Bemerkungen:

- 1: Temperaturunterschiede sollten $< \text{als } 5\text{ °C}$ sein
- 2: Rücksprache mit dem Rohstoffhersteller
- 3: Farbpartikel werden unterschiedlich aufgeschmolzen und teilweise thermisch geschädigt

Pressen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Werkzeugtemperatur 
2. Schließgeschwindigkeit 
3. Werkzeugtemperaturunterschiede ausgleichen
4. Formmasse weniger vorwärmen 

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Temperaturregelverhalten optimieren
2. Fließquerschnitte vergrößern

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Formmasse ist zu wärmeempfindlich, Abhilfe nur über eine andere Rezeptur möglich

Bemerkungen:

- 2: Formmasse härtet bereits an
- 3: Temperaturunterschied $< 5\text{ °C}$ anstreben

Bemerkungen:

- 1: Thermische Berechnung des Werkzeuges durchführen
- 2: Temperaturerhöhung durch enge Fließquerschnitte

Flecken: Verunreinigungen

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Verunreinigungen zeigen sich bei hellen Formteilen als dunkle Punkte, die partiell oder am gesamten Formteil auftreten können. Teilweise sind durch die Verunreinigungen Erhebungen am Teil vorhanden. Je nach Art der Verunreinigung können auch schlierenförmige Erscheinungsbilder auftreten (z.B. Staubpartikel einer andersfarbigen Masse gelangen in die Kontur und werden dort während der Verarbeitung aufgeschmolzen).

• Fehlerursache

Die Ursachen von Verunreinigungen sind z.B.:

- hoher Staubanteil in der Fertigung, der sich am Werkzeug oder im Granulat ablagert

- Fremdpartikel gelangen in das „frische“ Granulat (Schneckenverschleiß, metallisches Aussehen der Verunreinigung)
- die Formmasse selbst enthält Verunreinigungen, insbesondere bei zellulosegefüllten Massen, da Zellulose immer geringe Mengen an Verunreinigungen aufweist.



Bild 5.1: Verunreinigungen an einem Unterputzsockel /2/

Spritzgießen und Pressen

Kontrollmöglichkeiten

Verunreinigung nach einem Massewechsel

1. Plastifiziereinheit reinigen (z.B. mit einer MF-Formmasse)
2. Trichter reinigen
3. Werkzeug reinigen und auf Belag prüfen

Verunreinigung durch Massezuführanlage/ Vorbehandlungsanlage

1. Anlage auf Verschmutzung und Verschleiß überprüfen

Hinweis: V2- oder V4A Rohre haben sich in der Duroplastverarbeitung bei organisch gefüllten Formmassen bewährt, bei anorganisch gefüllten Formmassen sind Glas-Rohre zu empfehlen

Weitere Kontrollmöglichkeiten

Verunreinigung durch Staub oder Fremdpartikel

1. Verarbeitungshalle säubern (auch die Lampen unter der Decke)

2. Staubanteil in der Umgebung zu groß, Maschinen kapseln
3. Absaugvorrichtung anbringen
4. Verschiedene Farben werden nebeneinander verarbeitet (kritisch im Duroplastbereich bei hell - dunkel) Maschinen nach Farben trennen

Verunreinigung durch das Werkzeug

6. Werkzeug auf Grat, Belag oder sonstige Verunreinigung prüfen
7. Überprüfen, ob keine Werkzeugbeschädigungen durch Abrasion vorliegen (Partikel können sich an der Formteiloberfläche anlagern)

Verunreinigung durch Schneckenverschleiß

8. Schneckenverschleiß beim Spritzgießen überprüfen, Schnecke ggf. ersetzen

Flecken: Anvernetzter Pfropfen

FM Formmassen

- Fehlerdiagnose und Beschreibung

Ein anvernetzter Pfropfen ist nur partiell am Formteil durch Farb- oder Glanzunterschiede zu erkennen. Dabei zeichnet sich der an der Maschinendüse gebildete Pfropfen an der Oberfläche ab. Oft ist die Formteiloberfläche im Bereich des Pfropfens leicht porös.

- Fehlerursache

Durch eine lange Verweilzeit der Maschinendüse am Werkzeug wird ein Viskositätsunterschied verursacht (anvernetzter Pfropfen). Durch das heiße Werkzeug nimmt die Formmasse in der Maschinendüse Wärme auf, vernetzt und es bildet sich der Pfropfen, der im nächsten Schuß in das Werkzeug eingespritzt wird.



Bild 6.1: Anvernetzter Pfropfen an einem Unterputzsockel /2/

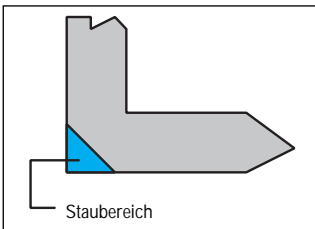


Bild 6.2:

Staubereich in der Ecke eines Verteilers

- Staubereiche

Auch Staubereiche /3/ unterliegen einem Viskositätsunterschied und zeigen daher ein vergleichbares Erscheinungsbild wie der anvernetzte Pfropfen. Staubereiche bilden sich in den scharfen Ecken von Verteilerkanälen. Die Formmasse wird aufgestaut und fließt zunächst nicht weiter. Neben dem Staubereich fließt die Formmasse weiter, es entsteht eine hohe Reibungswärme. Wenn sich dieser Bereich wieder löst, kann sich an der Formteiloberfläche der hochviskose Massepfropfen abbilden.

Flecken: Anvernetzter Propfen

FM Formmassen

- **Staubereiche können weiterhin folgende Fehler verursachen:**
 1. Risse am Formteil, verursacht durch Vernetzungsunterschiede vom Staubereich zum Fließbereich
 2. Oberflächenfehler durch zu starke Friktionswärme zwischen Staubereich und Fließbereich
 3. Mechanische Schwachstellen am Formteil durch zu hohe Friktionswärme oder durch unterschiedliche Ausrichtungen der Füllstoffe zwischen Staubereich und Fließbereich






Bild 6.3: Staubereich vor einem Kern in der Mitte des Formteils /3/

Flecken: Anvernetzter Propfen Spritzgießen

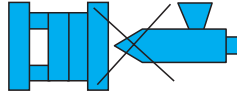
FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Verweilzeit der Düse verkürzen 
2. Maschinendüsentemperatur senken 
3. Einspritzgeschwindigkeit 

Bemerkung:

- 3: Eine erhöhte Einspritzgeschwindigkeit führt zu einer Verkleinerung der Staubebereiche und kann den anvernetzten Pfropfen zertrümmern.



Fehlerursache durch das Werkzeug/ Maschinendüse

1. Überlauf in das Verteilerkanalsystem anbringen
2. Staubebereiche durch abgerundete Verteilerkanäle vermeiden (Bild unten)
3. Radien in den Verteilerkanälen vorsehen
4. Maschinendüsengeometrie optimieren

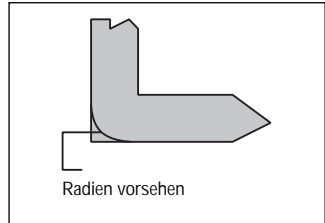


Bild 6.4: Radien vermeiden Staubebereiche

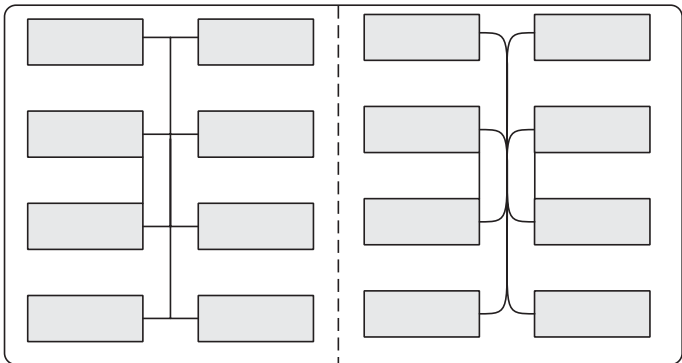


Bild 6.5:
Staubebereiche werden nicht vermieden

Staubebereiche werden vermieden

Flecken: Wolkenbildung

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Wolken sind quer zur Fließrichtung ausgebildete Strukturen, die wolkenähnliche Erscheinungsbilder aufweisen. Diese Wolken grenzen sich zum Formteil durch eine matte Linie ab, die Wolken können im Vergleich zum Formteil matter erscheinen.

Dabei sind oft die Fließvorgänge der Formmasse abgebildet. In einigen Fällen lassen sich die Wolken vom Formteil abwischen. Auch entlang von Staubereichen können Wolken abgebildet sein. Häufig sind Wolken um den Anfußpunkt zu beobachten /1, 2/.

Bild 7.1:
Wolkenbildung im Bereich eines Kernes /2/
Bild 7.2:
Wolkenbildung an einem Schalter im Bereich des Anschnittes /2/



Bild 7.1: Wolkenbildung im Bereich eines Kernes /2/

Flecken: Wolkenbildung

FM Formmassen

- Fehlerursache

Die Ursache von Wolkenbildungen ist ein zu hoher Gleitmittelanteil in der Formmasse. Die Gleitmittel diffundieren an die Werkzeugwand und bilden sich dort ab. Eine Druckentlastung, z.B. beim Umschalten von Einspritzdruck- auf Nachdruck, begünstigt die

Wolkenbildung. Mit zunehmender Temperatur und damit Vernetzung nimmt die Löslichkeit des Stearates (Gleitmittel) ab, da immer mehr Kettenmoleküle gebunden werden. Treten z.B. Schwankungen des Harzanteiles auf (Harzanteil nimmt zu), kann auch mehr Gleitmittel gelöst werden. Der Fehler kann somit chargenweise auftreten.

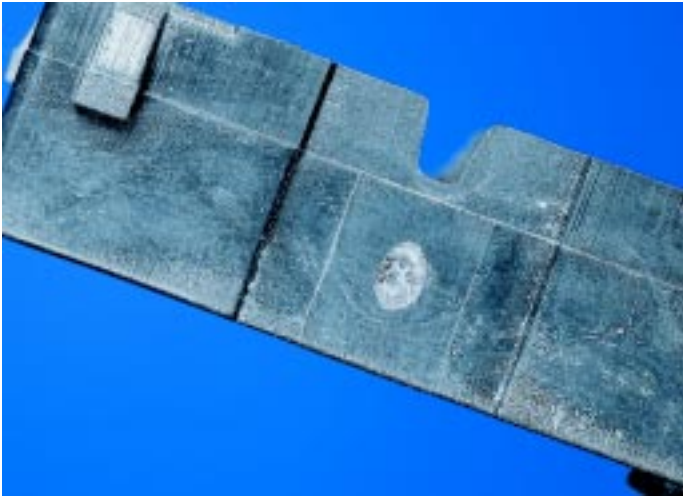


Bild 7.2: Wolkenbildung in Anschnittnähe /2/

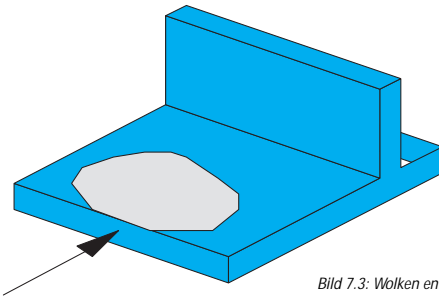


Bild 7.3: Wolken entstehen durch eine Druckentlastung z.B. in Nähe des Anschnittes oder im Bereich von Rippen

Flecken: Wolkenbildung Spritzgießen

FM Formmassen

Systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Gleitmittelanteil in der Formmasse reduzieren (Rücksprache mit dem Rohstoffhersteller)

Bemerkung:

Die besten Oberflächen werden ohne Gleitmittel erzielt. Leider praktisch nicht durchführbar

Verarbeitungsparameter optimieren

Formmasse „überschmiert“

1. Nachdruck optimieren, so dass kein Druckabfall entsteht (s. nebenstehendes Bild)
2. Nachdruckzeit optimieren, so daß kein Druckabfall entsteht
3. Einspritzgeschwindigkeit reduzieren
4. Umschaltzeitpunkt optimieren

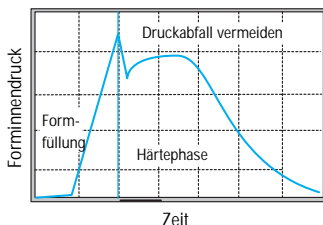


Bild 7.4:

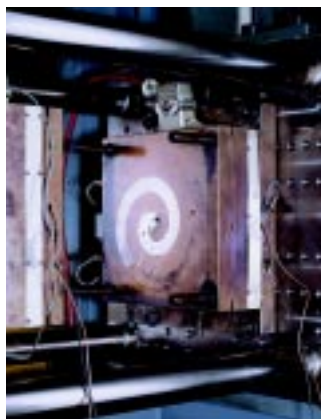
Druckspitzen sind möglichst zu vermeiden

Formmasse überschmiert und zu feucht

1. Zylinder-Düsentemperatur bei polykondensierenden Massen über 100 °C anheben
2. Schneckendrehzahl / Staudruck erhöhen
3. Einspritzgeschwindigkeit optimieren

Bemerkung:

- 3: Je nach Ursache des Fehlers kann eine Erhöhung oder Senkung der Einspritzgeschwindigkeit sinnvoll sein.



Flecken: Wolkenbildung Pressen

FM Formmassen

Systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Gleitmittelanteil in der Formmasse reduzieren (Rücksprache mit dem Rohstoffhersteller)

Bemerkung:

Die besten Oberflächen werden ohne Gleitmittel erzielt. Leider praktisch nicht durchführbar

Verarbeitungsparameter optimieren

Formmasse „überschmiert“

1. Schließzeit
2. Vordruck
3. Werkzeugtemperatur



Bemerkung:

Hauptursache für den Fehler Wolkenbildung ist die überschmierte Formmasse. Die Parameterveränderungen haben untergeordneten Einfluß, können aber zu einer Minderung des Fehlerbildes beitragen.

Formmasse überschmiert und zu feucht

1. Zusätzlich Formmasse vorwärmen

Bemerkung:

Weiterhin ist der Fehler oftmals chargenabhängig (falls vorhanden, reklamieren).



Flecken: Pilzbildung

FM Formmassen

- **Fehlerdiagnose und Beschreibung**

Die Bildung von Pilzen als „stippenartige, helle“ Bereiche zeigt sich in der Gebrauchsphase vorwiegend an Formteilen, die einer hohen Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Oftmals bei Formteilen, die verschifft oder im asiatischen Bereich eingesetzt werden.

- **Fehlerursache und Beseitigung**

Das Wachstum von Pilzen wird durch einen hohen Feuchtigkeitsgehalt in der Gebrauchsphase verursacht.

Die für die Pilzbildung verantwortlichen Mikroorganismen finden optimale Wachstumsbedingungen bei relativen Luftfeuchten von ca. 60-99% und Temperaturen von 20-40 °C. Pilzbildungen werden überwiegend bei Harnstoff-Formmassen beobachtet, da Harnstoff Amoniak enthält, was u.a. ein Nährstoff für die Pilze ist.

Die Pilzbildung kann oft nur durch das Beimengen von Fungiziden zur Formmasse beseitigt werden.



Bild 8.1: Pilzbildung an einem Schalter

Glasfaserschlieren

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Glasfaserschlieren bewirken bei glasfasergefüllten Formmassen eine raue und matte Oberfläche mit oftmals „metallischen Reflexionen“ der Fasern.

Die Schlieren bilden sich durch die Quellströmung an der Oberfläche in Fließrichtung aus.



Bild 9.1: Glasfaserschlieren an einem Aschenbecher /2/

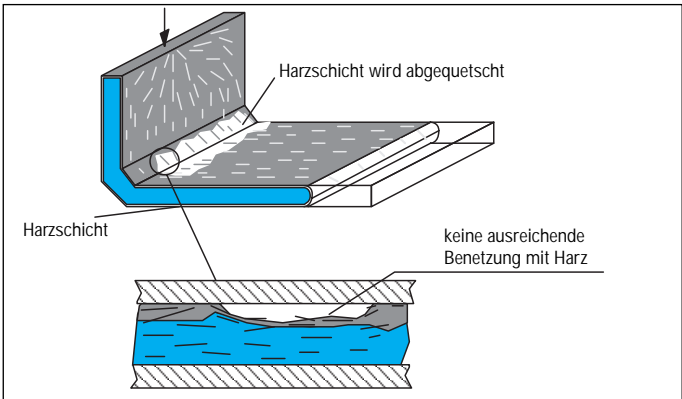


Bild 9.2: Entstehung von Glasfaserschlieren

• Fehlerursache

Anorganisch gefüllte Formmassen fließen nach dem Modell der Quellströmung. Die Füllstoffe (z.B. Glasfasern) richten sich durch die Adhäsion und die hieraus verursachte Scherung an der Werkzeugwand in Fließrichtung aus (Bild 9.2).

Der Fehler tritt vornehmlich beim Spritzgießen auf.




Ist die Glasfaser in Nähe der Werkzeugwand nicht ausreichend mit Harz umhüllt, entstehen Bereiche am Formteil, an denen die Glasfasern zu sehen sind /2/.

Ein weiterer Grund der Ausbildung von Glasfaserschlieren ist eine geometrieabhängige Schwindungsdifferenz. In Bereichen, in denen das Harz einer vermehrten Schwindung unterliegt, kann es zu einem Ablösen von der Formteiloberfläche kommen. Bei gleichzeitiger unzureichender Harzbenetzung der Glasfasern bilden sich Glasfaserschlieren, die an der Oberfläche sichtbar werden /2/. Dieser Effekt wird durch eine zu geringe Druckübertragung (Nachdruck) verstärkt.

Glasfaserschlieren Spritzgießen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Nachdruck 
2. Nachdruckzeit 
3. Werkzeugwandtemperatur 

Bemerkung:

1 - 2: Das Harz soll durch einen erhöhten Nachdruck / Nachdruckzeit an die Werkzeugwand angepreßt werden.

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Anschnitt vergrößern
2. Werkzeugoberfläche auf Abtragung, Rauigkeitsunterschiede kontrollieren
3. Scharfe Kanten am Werkzeug vermeiden
4. Werkzeug auf Undichtigkeit überprüfen (starke Gratbildung)

Bemerkung:

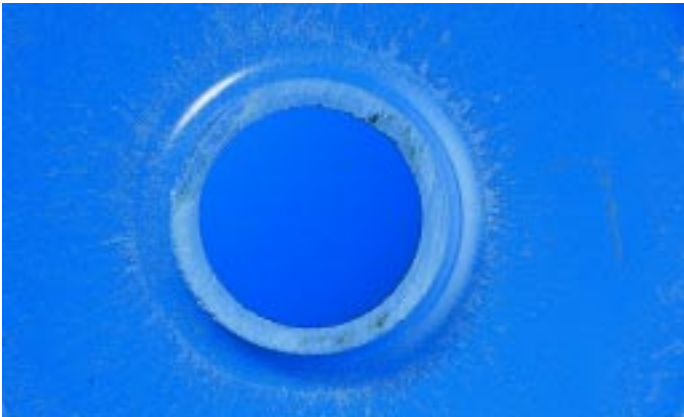
4: Ist das Werkzeug undicht, fließt das Harz aus der Kavität (Grat), es entstehen Bereiche mit vermindertem Harzanteil.

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Formmasse ändern, Harzgehalt durch den Rohstoffhersteller erhöhen lassen

Bemerkung:

1: Wahrscheinlich die effektivste Maßnahme, da der Fehler stark formmassenabhängig ist.



Farbschlieren

FM Formmassen

- Fehlerdiagnose und Beschreibung

An der Formteilloberfläche sind Linien (Schlieren) mit farblichen Abweichungen zu erkennen, die sich in oder quer zur Fließrichtung ausbilden.

Bild 10.1: Farbschlieren an einem Elektroinstallationsformteil



Bild 10.1:
Farbschlieren durch Verunreinigungen /2/

Bild 10.2: Steckersockel mit Farbschlieren überzogen /2, 4/

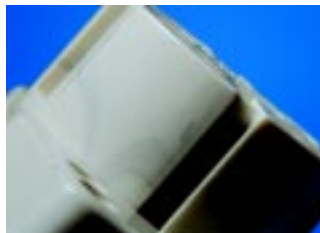


Bild 10.2:
Farbschlieren an einem Steckersockel /2, 4/

Bild 10.3: Farbschlieren an einem Versuchsformteil mit Materialverunreinigungen /2/

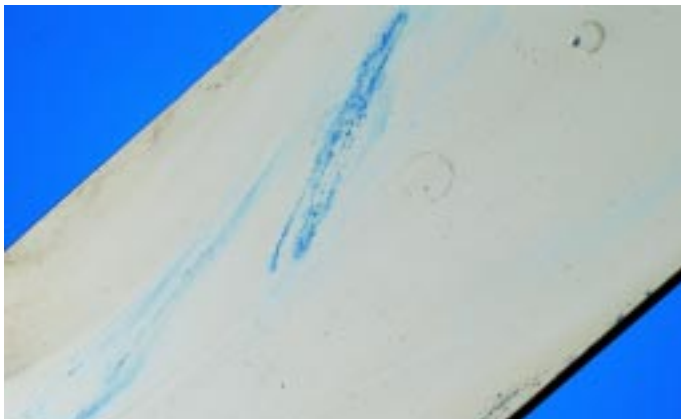


Bild 10.3: Farbschlieren an einem Versuchsformteil nachgestellt /2/

Farbschlieren

FM Formmassen

• Fehlerursache

Die Ausbildung von Farbschlieren kann verursacht werden durch:

1. Eine ungleichmäßige Verteilung der Farbpigmente in der Formmasse
2. Verunreinigungen, die in der Formmasse aufgeschmolzen werden und fließfähig sind
3. Thermisch geschädigte Farbpigmente

• Entstehung von Schlieren

Schlieren entstehen z.B. durch eine Dehnung von Farbpigmenten oder niedrigviskosen (dünnflüssigen) Fremdmolekülen in der fließfähigen Formmasse. Dabei werden die Pigmente z.B. an der Fließfront durch Dehnströmungen gestreckt (x- oder y- Richtung) und als Schlieren sichtbar.

An Staubereichen können Schlieren durch eine Zersetzung von Farbpigmenten entstehen, da hier relativ hohe Scherungen auftreten /2/.

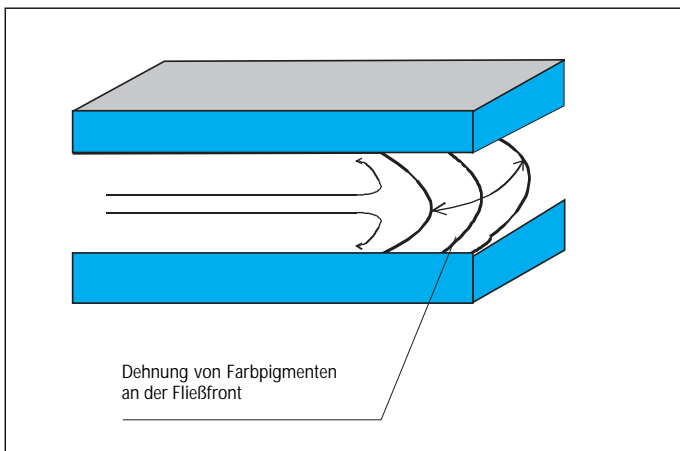


Bild 10.4: Dehnung von Farbpigmenten an der Fließfront





Spritzgießen

Kontrollmöglichkeiten

Farbschlieren durch Verunreinigungen

1. Zylinder-Düseninheit, Trichter und Werkzeug reinigen z.B. mit MF-Formmasse
2. Werkzeug auf Belag prüfen
3. Formmasse auf Verschmutzung überprüfen
4. Schlieren durch Staubanteil aus der Umgebung? Evtl. Maschine kapseln
5. Schnecke auf Verschleiß prüfen
6. Förderanlage auf Abrieb / Sauberkeit prüfen

Farbschlieren durch thermische Schädigung

1. Einspritzgeschwindigkeit senken 
2. Staudruck, Schneckendrehzahl senken 
3. Düsendurchmesser vergrößern 
4. Werkzeugtemperatur senken 
5. Anschnitte vergrößern
6. Temperaturverteilung kontrollieren
7. Werkzeug evtl. thermisch überdimensioniert – nachrechnen
8. Scharfe Kanten vermeiden und abrunden
9. Staubereiche vermeiden

Farbschlieren durch ungleichmäßige Verteilung der Pigmente oder Formmasse zu feucht

1. Werkzeuggeometrie ungünstig, optimieren
2. Formmasse ungleichmäßig eingefärbt, andere Charge ausprobieren
3. Formmasse vortrocknen
4. Rücksprache mit dem Rohstoffhersteller



Pressen

Kontrollmöglichkeiten

Farbschlieren durch Verunreinigungen

1. Vorwärmvorrichtung, Dosiervorrichtung, Einfüllvorrichtung auf Verunreinigung prüfen
2. Werkzeug auf Belag und sonstige Verunreinigung prüfen
3. Formmasse auf Verschmutzung überprüfen
4. Schlieren durch Staubanteil aus der Umgebung? evtl. Maschine kapseln
5. Förderanlage auf Abrieb / Sauberkeit überprüfen

Farbschlieren durch thermische Schädigung

1. Werkzeugschließgeschwindigkeit verlängern 
2. Werkzeugtemperatur senken 
3. Temperaturverteilung ungünstig, örtliche Überhitzung kontrollieren und beseitigen
4. Werkzeug evtl. thermisch überdimensioniert – nachrechnen
5. Scharfe Kanten vermeiden und abrunden
6. Staubereiche vermeiden
7. zu starker Fluß, die Masse besser verteilen

Farbschlieren durch ungleichmäßige Verteilung der Pigmente oder Formmasse zu feucht

1. Formmasse nicht, oder ungleichmäßig vorgewärmt
2. Werkzeuggeometrie ungünstig, optimieren
3. Formmasse ungleichmäßig eingefärbt, andere Charge ausprobieren
4. Formmasse vortrocknen

Feuchtigkeitsschlieren

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Feuchtigkeitsschlieren sind silbrige, matte Schlieren, die sich über das ganze Teil ausbreiten können, oder teilweise auch nur partiell auftreten. Oft ist eine sternförmige Ausrichtung der Schlieren zu beobachten. Begleitend zu den Schlieren können kleine weiße Punkte auftreten, die sich von der Oberfläche abwischen lassen (Bild 11.1).



Bild 11.1: Feuchtigkeitsschlieren /2/

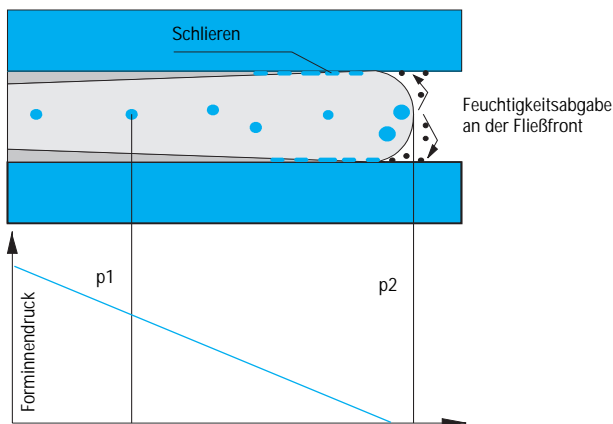
Bild 11.1: Formteil mit Feuchtigkeitsschlieren und weißen Punkten an der Oberfläche /2/

• Fehlerursache

Duroplastische Formmassen enthalten eine gewisse Grundfeuchte, die u.a. zur Einstellung des Fließverhaltens benötigt wird. Während des Füllvorganges erreicht das Wasser die Siedetemperatur und entweicht entweder über den unverdichteten Bereich (block-scherströmend) oder über die Fließfront (quellströmend). Hier erreichen die Gasblasen Atmosphärendruck und gelangen an die Formteiloberfläche, wo die Schlieren entstehen (Bild 11.3).

• Entstehung von Feuchtigkeitsschlieren

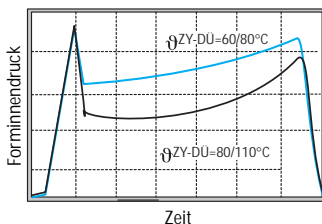
Bild 11.3: Die in der Formmasse vorhandene Feuchte liegt während der Formfüllung in einem flüssigen Zustand vor, da durch den Forminnendruck der Siedepunkt zu höheren Temperaturen verschoben wird. Gelangt die Feuchte zur Fließfront, an der Atmosphärendruck herrscht, können sich Gasblasen bilden, die von der Fließfront zur Werkzeugwand mitgerissen werden. Feuchtigkeitsschlieren entstehen /2/.



Feuchtigkeitsschlieren Spritzgießen

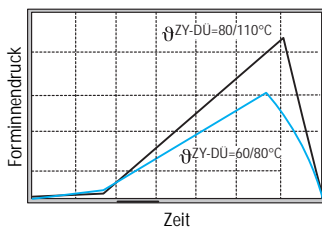
Verarbeitungsparameter optimieren

1. Zylinder-Düsentemperatur bei polykondensierenden Massen ➤
2. Einspritzgeschwindigkeit ➤
3. Staudruck, Schneckendrehzahl erhöhen ➤
4. Maschinendüsendurchmesser ➤
5. Lüften ➤



Bemerkung:

- 1: Mit zunehmender Zylinder-Düsentemp. nimmt der Hydraulikdruck der Maschine stark ab. Grund: Wasser wird gasförmig



Der Forminnendruck steigt bei Temperaturen über 100 °C stark an. Grund: Wasserdampf wird schon während der Füllung abgegeben, Formmasse wird hochviskos

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Werkzeug zu dicht, kurzzeitig die Schließkraft reduzieren
2. Entlüftungen verstopft
3. Überlaufkanäle zu klein




Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Formmasse zu feucht, vortrocknen
2. Lagerung kontrollieren und Feuchtigkeit prüfen
3. Tritt der Fehler öfter auf, Feuchtigkeit in einem Prüfprotokoll nachhalten

Feuchtigkeitsschlieren Pressen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Preßgeschwindigkeit 
2. Vorwärmung unter Druck
(Vordruck einsetzen)
3. Vordruckzeit 
4. Formmasse vorwärmen 

Bemerkung:

Die Feuchtigkeit muß frühzeitig während der Verarbeitung aus dem Werkzeug entweichen können. Alle Parameterveränderungen zielen auf diese Maßnahme ab und haben ein gut entlüftetes Werkzeug zur Voraussetzung.

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Werkzeug zu dicht
2. Entlüftungen verstopft
3. Überlaufkanäle zu klein
4. Quetschkanten zugesetzt
5. Temperaturverteilung ungünstig
6. zusätzliche Reibungswärme beim Fluß erzeugen

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Formmasse zu feucht, vortrocknen
2. Lagerung kontrollieren und Feuchtigkeit prüfen
3. Tritt der Fehler öfter auf, wird die Feuchtigkeit in einem Prüfprotokoll dokumentiert



Fließlinien

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Fließlinien erscheinen als Linien mit kleinen Erhebungen („Adern“) an der Oberfläche. Sie können in oder quer zur Fließrichtung auftreten (und beschreiben in einigen Fällen die Fließstruktur).

• Typische Bereiche in denen Fließlinien auftreten:

- Im Bereich von Bindahten, Bild 12.1 (bei mehreren Punktanschnitten)
- Im Bereich von Kernen durch eine Materialaufaltung (Bild 12.2)
- An Austriebsstellen (Bild 12.3)

• Fehlerursache

Das Auftreten von Fließlinien ist auf Schwindungsdifferenzen zurückzuführen. Diese Schwindungsdifferenzen ergeben sich durch /1, 2/:

1. Eine ungleichmäßige Vernetzung (Staubereiche, Geometrie)
2. Füllstoffanisotropien (Bindaht, unverdichteter Bereich)
3. Pulsierende Fließfrontgeschwindigkeiten



Bild 12.1: Fließlinien im Bereich der Anschnitte /4/



Bild 12.2: Fließlinien im Bereich von Kernen /5/



Bild 12.3: Fließlinien im Bereich des Fließwegendes /1/

Fließlinien

FM Formmassen

• Entstehung von Fließlinien

Bild 12.4: Fließlinien entstehen im Bereich von Bindenähten durch z.B. unterschiedliche Ausrichtung von Füllstoffen. Hierdurch wird eine unterschiedliche Schwindung hervorgerufen /2/.

Bild 12.5: Bei der Block-/Scherströmung kommt es am Fließwegende zu einer Auf-faltung des unverdichteten Bereiches. Schwindungsdifferenzen sind die Folge, Fließlinien können entstehen /1, 2/.

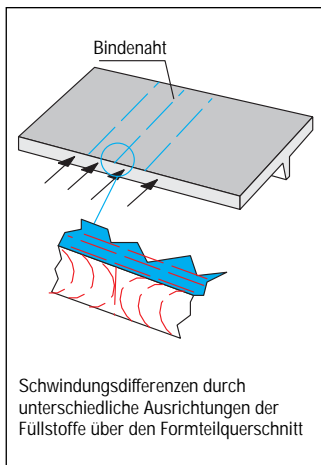


Bild 12.4: Fließlinien entstehen im Bereich von Bindenähten /2/

Bild 12.6: Bei Staubereichen /3/ ergeben sich Schwindungsdifferenzen vom Fließ- zum Staubereich durch eine hohe Friktionswärme. Der Staubereich fließt während der weiteren Kavitätsfüllung nicht weiter, an der Phasengrenze ergibt sich eine hohe Scherung (Temperatur).

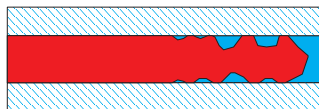


Bild 12.5: Fließlinien entstehen durch Materialauffaltungen im unverdichteten Bereich /2/








Bild 12.6: Staubereiche vor einem wandnahen Kern

Fließlinien

Spritzgießen

FM Formmassen

Die Fließlinien treten im Bereich von Bindenähten auf

1. Nachdruck 
2. Nachdruckzeit 
3. Einspritzgeschwindigkeit optimieren 
4. Staudruck 
5. Schneckendrehzahl 
6. Zylinder-Düsentemperaturen optimieren
7. Werkzeugwandtemperatur verändern

8. Anschnittart- oder Lage ändern

9. Temperaturverteilung kontrollieren






Bemerkungen:

3,6-7: Einfluß bei unterschiedlichen Formmassen und Formteilen verschieden. Es können keine allgemeingültigen Hinweise gegeben werden.

7: Meist senken.

Hoher Einfluß vorhanden

Die Fließlinien treten am Fließwegende oder an Austriebsstellen auf

1. Nachdruck 
2. Nachdruckzeit 
3. Einspritzgeschwindigkeit erhöhen 
4. Staudruck 
5. Schneckendrehzahl 

6. Austriebskanäle verbreitern

7. Wanddicke am Fließwegende abnehmend gestalten






8. Formmasse trocknen (zu niedrigviskos)

9. Schwindungsärmere Masse verwenden (falls möglich)

Bemerkung:

Effektivste Parameter: 1, 2

Die Fließlinien treten an Staubereichen auf

1. Nachdruck 
2. Nachdruckzeit 
3. Einspritzgeschwindigkeit optimieren 
4. Staudruck 
5. Schneckendrehzahl 

6. Geometrien des Formteiles abgerundet gestalten.

7. Formmasse trocknen

8. Schwindungsärmere Masse verwenden (falls möglich)








Bemerkung:

3: Staubereich nimmt mit zunehmender Einspritzgeschwindigkeit ab.

Fließlinien Pressen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Preßgeschwindigkeit 
2. Vorwärmung unter Druck (Vordruck einsetzen) 
3. Vordruckzeit 
4. Formmasse vorwärmen 
5. Härtezeit 
6. Preßdruck 
7. Masseverteilung optimieren 

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Formmasse zu feucht, vortrocknen
2. Lagerung kontrollieren und Feuchtigkeit prüfen
3. Schwindungsärmere Masse verwenden
4. Masseverteilung optimieren

Bemerkung:

Die Feuchtigkeit muß frühzeitig während der Verarbeitung aus dem Werkzeug entweichen können. Alle Parameterveränderungen zielen auf diese Maßnahme ab und haben ein gut entlüftetes Werkzeug zur Voraussetzung.

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Austrieb zu groß, verringern



Glanzabweichungen

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Die Oberfläche eines Formteiles enthält unterschiedliche Glanzgrade. Glanzabweichungen werden durch verschiedene andere Fehlerarten wie:

- Flecken,
- Schlieren,
- Dieseleffekt,
- Porositäten,
- Wolkenbildung,
- Orangenhaut,
- Brandflecken

verursacht.

„Glanzabweichung“ ist somit ein übergeordneter Fehlerbegriff.

Bild 13.1: Glanzabweichungen sichtbar durch Kontrastunterschiede an einem elektronischen Bauteil

Bild 13.2: Glanzabweichungen durch Porositäten /2/

Bild 13.3: Glanzabweichungen durch Farbabweichungen /1/

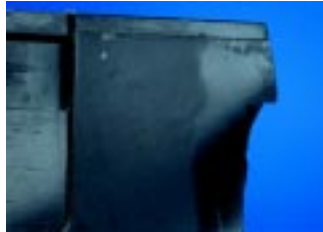


Bild 13.1:
Glanzabweichungen an der Oberfläche /2/



Bild 13.2: Schaber mit Glanzabweichungen /5/



Bild 13.3: Teller mit Glanzabweichungen /4/

Glanzabweichungen

FM Formmassen

• Fehlerursache

Glanzabweichungen erscheinen durch unterschiedliche Lichtreflexionen an der Formteiloberfläche. Trifft ein Lichtbündel auf eine ebene, glatte Oberfläche, wird diese Oberfläche als glänzend empfunden.

Je rauher die Oberfläche, desto mehr wird das Lichtbündel gestreut, die Oberfläche erscheint matt.

• Abhilfemaßnahmen:

Siehe in den einzelnen Kapiteln

- Matte Stellen
- Dieseleffekte
- Wolkenbildung
- Pilzbildung
- Granulatkorngrenzen
- Orangenhaut
- Porositäten
- Kratzer

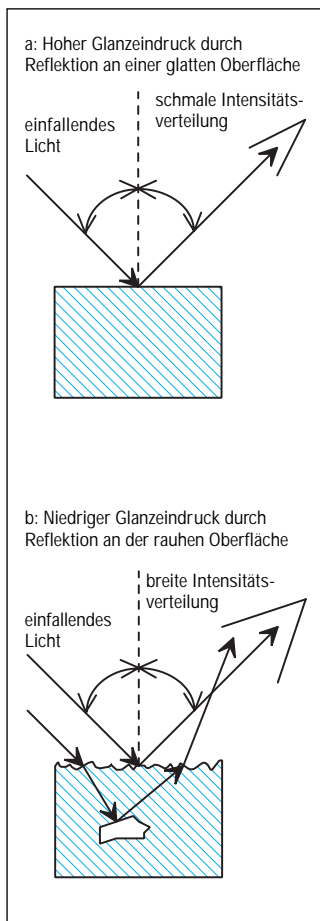


Bild 13.4: Entstehung von Glanzabweichungen

Granulatkorngrenzen

FM Formmassen

- Fehlerdiagnose und Beschreibung

Die einzelnen Granulatkörner sind an der Oberfläche des Formteiles sichtbar und zeichnen sich oft durch zusätzliche Vertiefungen aus, wodurch Glanzunterschiede entstehen.

Bild 14.1: Granulatkorngrenzen an einem Preßteil-Versuchswerkzeug /6/.



Bild 14.1: Granulatkorngrenzen /6/

- Fehlerursache

Die Ursache von Granulatkorngrenzen ist eine unzureichende Aufschmelzung des Granulates, d.h. die einzelnen Körner verschmelzen nicht miteinander (Bild 14.2 /2/).

Bild 14.2: Kornförmiges Verpressen bei schlecht aufgeschmolzenem Granulat.

Ungleichmäßig aufgeschmolzene Randschicht

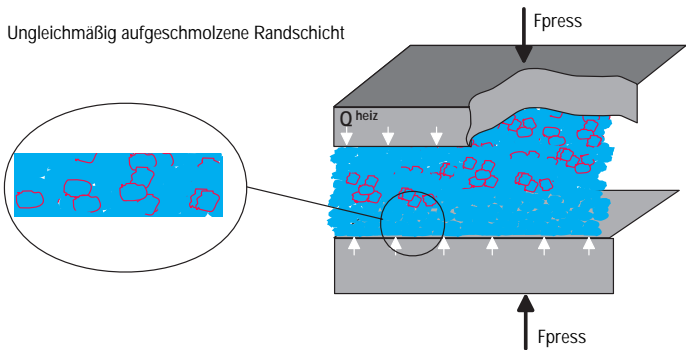










Bild 14.2: Entstehung von Granulatkorngrenzen /2/

Granulatkorngrenzen

Spritzgießen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Nachdruck 
2. Nachdruckzeit 
3. Werkzeugwandtemperatur 
4. Staudruck anheben 
5. Schneckendrehzahl 
6. Einspritzgeschwindigkeit 
7. Zylinder-Düsentemperatur optimieren 
8. Maschinendüse 

Bemerkung:




Die Parameter Staudruck, Schneckendrehzahl und Zylinderdüsentemperatur sind maßgeblich für die Homogenität der Formmasse verantwortlich.

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Homogenität der Masse überprüfen
2. Entmischungen in der Masse vorhanden, beseitigen

Pressen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Preßdruck 
2. Vorwärmung zu lang, senken 
3. Werkzeugwandtemperatur 

Bemerkung:

Korn schmilzt nicht richtig auf.

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Korn zu hart, weicheres Korn verwenden
2. Feineres Korn verwenden
3. Körnung auf Gleichmäßigkeit prüfen



Orangenhaut

PM Formmassen

- Fehlerdiagnose und Beschreibung

Bei der Orangenhaut handelt es sich um einen Oberflächenfehler. Die Oberfläche sieht, wie es der Name schon sagt, orangenhautähnlich aus. Dabei treten „netzartige“ Erhebungen und Vertiefungen in gleichmäßiger Form auf. Dieser Fehler tritt auch beim Lackieren auf und hat ein gleiches Erscheinungsbild.

Orangenhaut tritt vornehmlich bei der Pressverarbeitung auf.

Bild 15.1:
Orangenhaut an einer Formteilerfläche /2/

Bild 15.2:
Orangenhaut überzieht die komplette Oberfläche eines Formteiles /2/

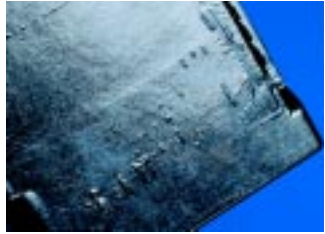


Bild 15.1:
Oberfläche mit Orangenhaut /2/

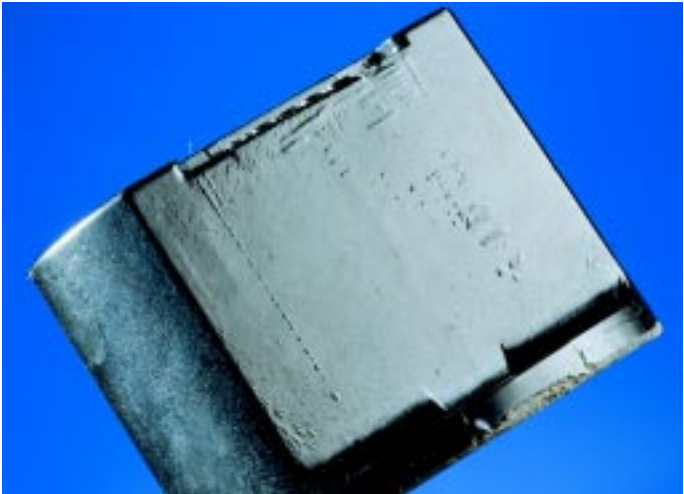


Bild 15.2: Deutlich sichtbare Orangenhaut /2/

Orangenhaut

FM Formmassen

- Fehlerursache

Die Ursache der Ausbildung einer Orangenhaut sind Schwindungsanisotropien von der Formteilerfläche zum Inneren des Formteiles. Dabei vernetzt die Randschicht des Formteiles sehr schnell, der innere Formteilmittelbereich dagegen langsam, so dass bei z.B. einem groben Korn weitere Spannungen entstehen, die sich an der Oberfläche auswirken. Eine Orangenhaut entsteht. Die Orangenhaut zeigt prinzipiell die Kornmarkierungen im Inneren des Formteiles. Der Fehler tritt vornehmlich auf, wenn nur geringe Fließbewegungen stattfinden.

- Entstehung einer Orangenhaut

Bild 15.3: Die Randschicht härtet zunächst schnell aus, der innere Formteilmittelbereich ist noch nicht ausgehärtet. Die grobe Kornform schwindet somit im Inneren weiter und bildet sich an der Oberfläche als Erhebungen und Senkungen ab [2].

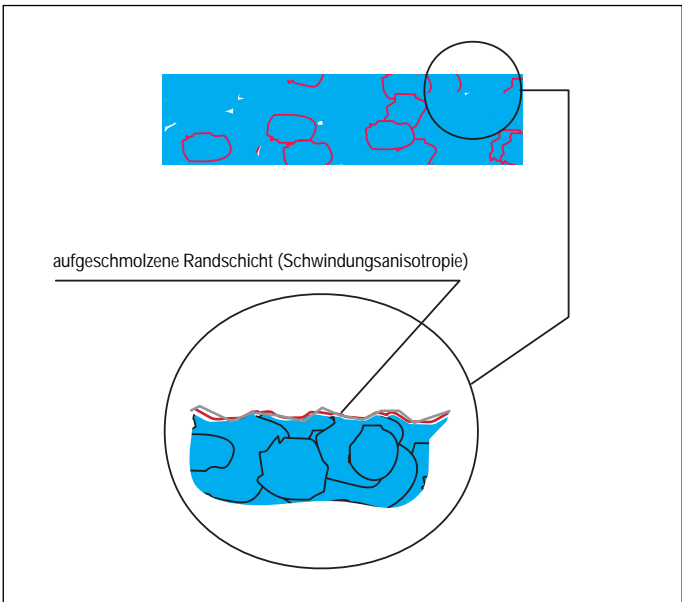


Bild 15.3: Entstehung einer Orangenhaut [2]

Orangenhaut Spritzgießen

PM Formmassen

- Information

Beim Spritzgießen tritt der Fehler „Orangenhaut“ nicht auf!




Fälschlicherweise werden an Spritzgießteilen vorhandene Einfallstellen als Orangenhaut bezeichnet.

- Der Unterschied (optisch):

- Orangenhaut: Der Bereich um die Körner fällt ein, die Mitte ist erhaben
- Einfallstellen: Der Bereich in der Mitte fällt ein, der Rand bleibt erhaben

Pressen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Preßdruck 
2. Vorwärmung zu lang, verkürzen 
3. Werkzeugtemperatur optimieren
4. Vordruck anwenden
5. Härtezeit 

Bemerkung:

Orangenhaut wird durch ein zu grobes, oder zu hartes Korn verursacht. Der Formmasse sollte daher erste Priorität in Bezug auf die Abhilfemaßnahmen gewidmet werden.

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Die Formmasse fließt zu wenig, das Granulat wird nicht genügend aufgeschmolzen. Die Beschickung der Formmasse sollte so optimiert werden, daß mehr Fluß entsteht

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Weicheres Granulat Korn verwenden
2. Feineres Korn verwenden
3. Gleichmäßig aufbereitetes Korn verwenden

Porositäten

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Porositäten sind durch unzureichend verdichtete Stellen am Formteil zu erkennen. Oft ist ein Glanzunterschied vom verdichteten zum unverdichteten Bereich vorhanden, auch Farbunterschiede können auftreten. Der Bereich mit der Porosität sieht schwammähnlich aus, in einigen Fällen sind einzelne Füllstoffe oder kleinste Luftblasen zu erkennen.



Bild 16.1: Porositäten an einem Deckel /4/

Bild 16.1: Formteil an der gesamten Oberfläche porös /2/

Bild 16.2: Formteil am Fließwegende nicht verdichtet und daher porös



Bild 16.2: Porositäten an einem Kochlöffel /5/

Bild 16.3: Porosität im Bereich einer Rippe durch schlechte Entlüftung



Bild 16.3: Porositäten am Fließwegende /2/

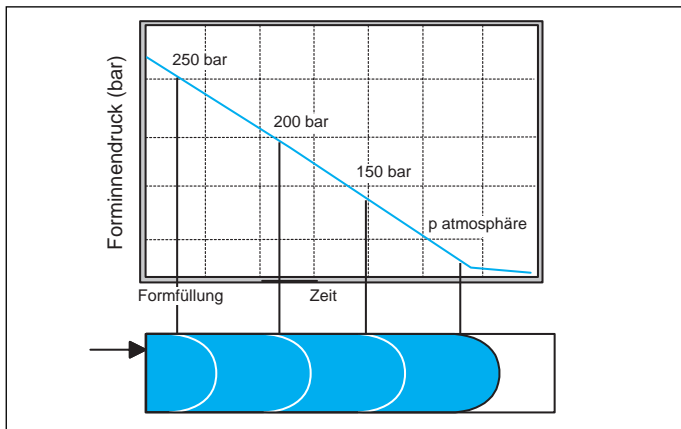


Bild 16.4: Die Fließfront muß gut verdichtet werden (Forminnendruck) um Porositäten zu vermeiden

• Fehlerursache

Ursache von Porositäten ist eine unzureichende Verdichtung der Masse. Mit zunehmendem Fließweg entsteht während der Kavitätsfüllung ein Druckgefälle von der Fließfront (Atmosphärendruck) zum Anschnitt (bis zu 500 bar).

Da an der Fließfront nur Atmosphärendruck herrscht, kann das in der Formmasse gebundene Harz nicht an die Formteiloberfläche gelangen und dort eine geschlossene Oberfläche abbilden. Porositäten entstehen.

Verfahrensbedingt ergeben sich folgende Ursachen für das Auftreten von Porositäten u.a.






1. Die Dosierung ist unzureichend	Der Fehler tritt regelmäßig auf
2. Das Werkzeug ist fließtechnisch ungünstig ausgelegt	Der Fehler tritt regelmäßig auf
3. Einzelne Kavitäten werden durch Staubereiche oder einen anvernetzten Pfropfen zugesetzt	Der Fehler tritt unregelmäßig auf

Porositäten

Spritzgießen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Dosierung kontrollieren und Dosierweg erhöhen 
2. Nachdruck erhöhen 
3. Nachdruckzeit verlängern 
4. Staudruck erhöhen 
5. Einspritzdruck erhöhen 
6. Einspritzgeschwindigkeit optimieren
7. Lüften
8. Umschaltzeitpunkt optimieren

Bemerkungen:

- 5: Einspritzdruck nicht ausreichend, Schnecke fährt ruckartig nach vorne
- 7: Falls keine gute Entlüftung vorhanden ist oder die Fließwiderstände im Werkzeug zu groß sind

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Anschnitt zu klein, vergrößern
2. Verteilerkanal zu lang, besser auslegen, vergrößern
3. Werkzeug schlecht entlüftet, Entlüftungen anbringen
4. Werkzeug mit zu vielen Kavitäten ausgelegt, Maschine zu klein
5. Werkzeug ungleichmäßig temperiert. Es entstehen Temperaturspitzen, die Masse härtet frühzeitig aus
6. Staubereiche im Anguß-Verteilerkanal vorhanden, Radien einführen

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten






1. Dosierung ist ungleichmäßig, Einzugsverhalten kontrollieren und verbessern
2. Schnecke verschlissen, neue Schnecke verwenden
3. Falls nicht mit Polster gefahren wird, evtl. Massepolster einstellen
4. Masse zu hochviskos oder zu reaktiv
5. Verteilerkanal oder Anschnitt sind nicht gleichmäßig ausgelegt, der Fehler ist nur in einer Kavität vorhanden. Anschnittsystem optimieren



Porositäten Pressen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Einwaage unzureichend, Schüttmenge erhöhen 
2. Preßdruck erhöhen 
3. Massenverteilung optimieren 
4. Schließgeschwindigkeit erhöhen 
5. Schließgeschwindigkeit senken 
6. Werkzeugtemperatur optimieren
7. Werkzeug zu spät gelüftet
8. Ungleichmäßiger Preßdruck

Bemerkungen:

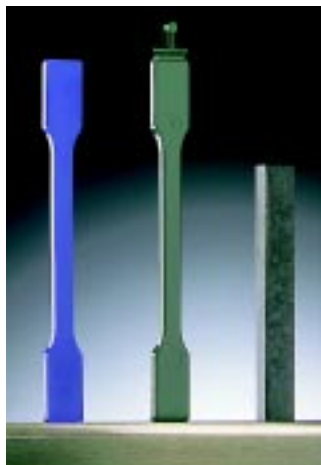
- 4: Formmasse härtet frühzeitig aus
- 5: Formmasse fließt zu stark aus
- 6: erhöhen, falls Formmasse zu hochviskos
senken, falls Formmasse zu reaktiv

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Werkzeug schließt zu dicht, besser entlüften
2. Der Preßdruck wird vom Werkzeug abgefangen und wirkt nicht auf die Masse, optimieren
3. Werkzeug besser entlüften
4. Temperaturverteilung am Werkzeug ungleichmäßig, optimieren
5. Dicht-, Quetschkanten verschlissen, überarbeiten

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Formmasse ist ungenügend oder ungleichmäßig vorgewärmt
2. Formmasse zu hochviskos, hart
3. Formmasse zu niedrigviskos, weich
4. Formmasse zu feucht, trocknen
5. Vorwärmzeit zu lang, Masse zu hochviskos



Probekörper

Blasen

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Bei der Verarbeitung von härtbaren Formmassen treten zwei Arten von Blasen auf:

1. Großflächige Blasen (es liegt eine Unterhärtung vor) und
2. Kleine Blasen, die oft mit Rissen versehen sind (es liegt eine Überhärtung vor).

Blasen sind Gaseinschlüsse im Formteil, wobei die anvernetzte Randschicht durch den Gasdruck aufgetrieben wird. Sie können über das ganze Formteil verteilt sein (kleine Blasen) und zeigen sich von Zyklus zu Zyklus an verschiedenen Stellen.

Bild 17.1: Große Blasen durch Unterhärtung /1/

Bild 17.2, 17.3: Kleine Blasen mit Rissen durch Überhärtung /2, 6/



Bild 17.1: Dosendeckel mit großen Blasen /1/



Bild 17.2: Preßteil mit kleinen Blasen /6/

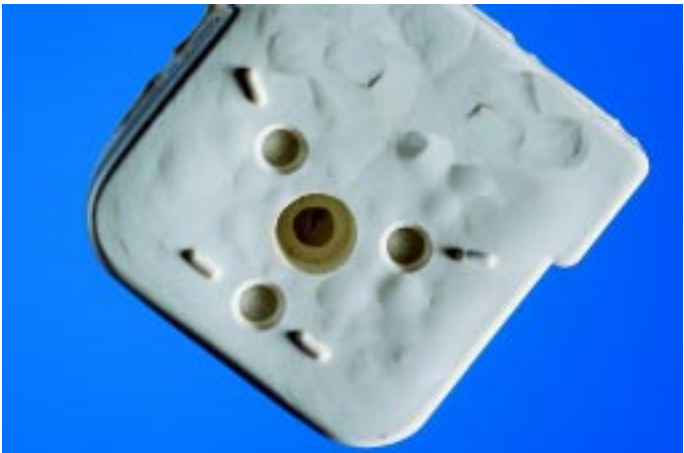


Bild 17.3: Formteilfehler eines Preßteiles /2/

- Fehlerursache

Unterhärtung

Liegt eine Unterhärtung vor, so können die während der Reaktion entstehenden Gase die noch relativ weiche Oberfläche in einem großflächigen Bereich auftreiben, große Blasen entstehen.

Überhärtung

Bei einer Überhärtung ist die Randschicht des Formteiles relativ fest, die im Inneren des Teiles entstehenden Reaktionsgase stehen unter hohem Druck, und treiben die Oberfläche nach der Entformung (Druckentlastung, Atmosphärendruck) durch viele kleine Blasen auf. Dabei kann der Gasdruck so groß werden, daß die Blasen platzen und somit Risse entstehen.

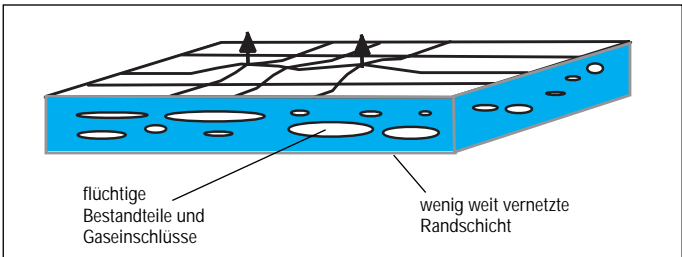


Bild 17.4: Unterhärtung

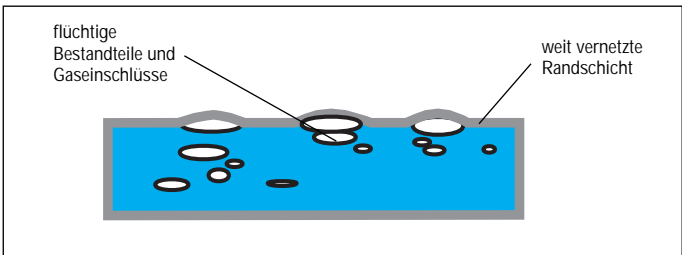


Bild 17.5: Überhärtung

Blasen Spritzgießen

FM Formmassen

Am Formteil sind kleine Blasen vorhanden (evtl. mit Rissen)

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Werkzeugwandtemperatur senken
2. Härtezeit verkürzen
3. Einspritzgeschwindigkeit
4. größere Maschinendüse verwenden
5. Staudruck senken
6. Schneckendrehzahl senken
7. Nachdruck optimieren
8. Zylinder-Düsentemperatur optimieren

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Werkzeugtemperierung kontrollieren und ggf. optimieren, auf geringe Temperaturunterschiede achten
2. Temperaturregelverhalten optimieren, wenn der Fehler nur manchmal auftritt
3. Heizpatronen zu nahe an der Oberfläche des Werkzeuges
4. Anschnitt zu klein, vergrößern

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Formmasse zu reaktiv, hochviskos oder wärmeempfindlich
2. Formmasse zu feucht

Bemerkungen:

8: Zylinder-Düsentemperatur bei polykondensierenden Massen auf über 100 °C anheben, flüchtige Bestandteile entweichen frühzeitig, die Blasenbildung wird minimiert.

Bei polymerisierenden Massen Temperaturen senken.









Blasen Spritzgießen

FM Formmassen

Am Formteil sind großflächige Blasen vorhanden

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Werkzeugwandtemperatur 
2. Härtezeit verlängern 
3. Einspritzgeschwindigkeit erhöhen 
4. Kleinere Maschinendüse verwenden 
5. Staudruck erhöhen 
6. Schneckendrehzahl erhöhen 
7. Nachdruck optimieren
8. Zylinder-Düsentemperatur optimieren

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Werkzeugtemperierung kontrollieren und ggf. optimieren, auf geringe Temperaturunterschiede achten
2. Temperaturregelverhalten optimieren, wenn der Fehler nur manchmal auftritt
3. Heizpatronen zu weit von der Oberfläche des Werkzeuges entfernt
4. Anschnitt zu groß, verkleinern

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Härtungsgeschwindigkeit zu gering,
2. Formmasse zu niedrigviskos
3. Formmasse zu feucht

Bemerkungen:

8: Zylinder-Düsentemperatur bei polykondensierenden Massen auf über 100 °C anheben, flüchtige Bestandteile entweichen frühzeitig, die Blasenbildung wird minimiert.

Bei polymerisierenden Massen Temperaturen anheben.







Blasen Pressen

FM Formmassen

Am Formteil sind kleine Blasen evtl. mit Rissen, vorhanden

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Werkzeugwandtemperatur senken 
2. Härtezeit verkürzen 
3. Preßdruck erhöhen 
4. Schließzeit verlängern 
5. Lüftvorgang mit Vordruck fahren

Fehlerursache durch das Werkzeug



1. Werkzeugtemperierung nachmessen und ggf. optimieren, auf geringe Temperaturunterschiede achten
2. Temperaturregelverhalten optimieren
3. Heizpatronen zu nahe an der Oberfläche des Werkzeuges
4. Zu große Wanddickenunterschiede am Formteil vorhanden
5. Werkzeug schließt zu dicht ab, Luft kann nicht entweichen

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Formmasse zu reaktiv, hochviskos oder zu feucht

Am Formteil sind großflächige Blasen vorhanden

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Werkzeugwandtemperatur 
2. Härtezeit verlängern 
3. Vorwärmung, Trocknung ungenügend
4. Schließzeit langsamer
5. Lüftvorgang einsetzen
6. Mit Vordruck fahren

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Werkzeugtemperierung kontrollieren und ggf. optimieren, auf geringe Temperaturunterschiede achten
2. Temperaturregelverhalten optimieren
3. Heizpatronen zu weit von der Oberfläche des Werkzeuges entfernt
4. Zu große Wanddickenunterschiede am Formteil vorhanden

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Formmasse zu feucht, Härtungsgeschwindigkeit zu langsam

Bemerkung:

Parameter 1 und 2 haben höchste Priorität



Risse

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Risse sind Spalte am Formteil, die in den nachfolgenden Bereichen auftreten können:

- Bindenähte,
- Wanddickensprünge,
- Angußnah am Formteil,
- Angußfern am Formteil,
- Staubereiche,
- Einlegeteile,
- Scharfkantige Bereiche am Formteil.



Bild 18.1: Risse in Anschnittnähe /2/

Bild 18.1: Risse im Anschnittbereich /2/

Bild 18.2: Risse an einem Formteil durch unterschiedliche Schwindung (große Wanddickendifferenzen)



Bild 18.2: Riß durch eine Materialanhäufung /1/

Bild 18.3: Risse im Bereich von Kernen an einer Herdleiste



Bild 18.3: Riß durch eine Schwindungsbehinderung /5/

- Fehlerursache

Die Ursache von Rißbildungen sind innere Spannungen (Eigenspannungen) oder äußere Spannungen, die sich durch die Risse abbauen.

Eigenspannungen entstehen durch Schwindbehinderungen z.B. an Kernen, unterschiedliche Schwindungen durch Füllstoffanisotropie, unterschiedliche Temperierungen usw.

Äußere Spannungen werden durch z.B. Verwindungen, Biegebeanspruchungen beim Entformen in ein Formteil eingebracht.

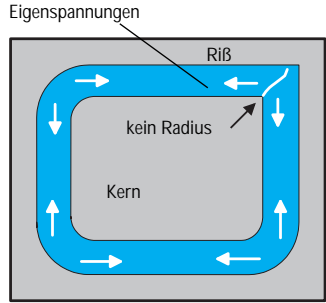


Bild 18.4: Rißbildung an einem Kern /2/

Beispiele der Rißbildung:

Bild 18.4: Rißbildung durch das Aufschwinden der Formmasse auf einen Kern. Der Riß entsteht an der scharfen Kante durch Spannungsspitzen.

Bild 18.5: Rißbildung im Bereich des Anschnittes z.B. durch eine zu hohe Nachdruckphase (Einbringen von Spannungen).

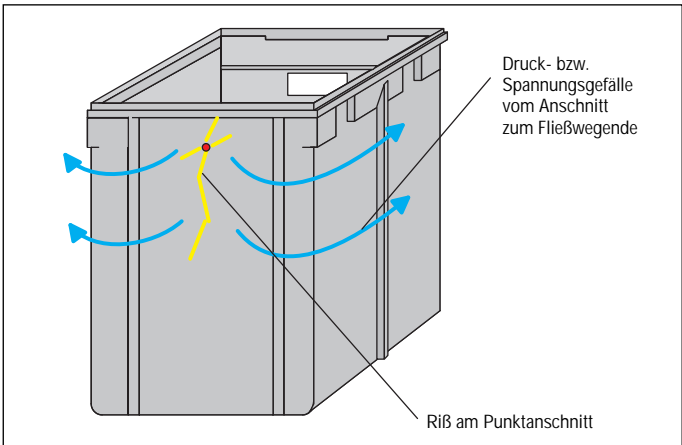


Bild 18.5: Rißbildung an einem Aschenbecher /2/

Risse




Spritzgießen

FM Formmassen

Allgemeiner Check

1. Temperaturverteilung kontrollieren
2. Regelverhalten kontrollieren
3. Ausreichende Entformungsschrägen müssen vorhanden sein
4. Prüfen, ob die Risse nicht durch die Auswerfer verursacht werden
5. Prüfen, ob die Risse nicht durch Hinterschneidungen verursacht werden









Rissbildungen im Anschnittbereich

1. Nachdruck 
2. Nachdruckzeit 
3. Einspritzgeschwindigkeit 
4. Umschaltzeitpunkt optimieren

Bemerkung:

Die in das Formteil eingebrachten Eigenspannungen in der Füll- und Nachdruckphase sind zu groß und müssen durch Parameteränderungen minimiert werden

Rißbildung im Bereich von Geometrieänderungen durch Schwindungsdifferenzen (Maschinenparameter)

1. Nachdruck 
2. Nachdruckzeit 
3. Zylinder-Düsentemperatur bei polykondensierenden Massen auf über 100 °C anheben 
4. Zylinder-Düsentemperatur bei polymerisierenden Massen senken 
5. Staudruck 
6. Maschinendüse verkleinern 
7. Einspritzgeschw. erhöhen 
8. Umschaltzeitpunkt optimieren 
9. Werkzeugwandtemperatur/ Härtezeit optimieren

Bemerkung:

Die Schwindungsdifferenzen können über die Änderung der Verarbeitungsparameter minimiert werden. Hierdurch kann eine Rißbildung vermieden werden.

Parameter 1-8 haben einen maßgeblichen Einfluß auf die Schwindung und Rißbildung, Parameter 9 untergeordnet.

zu 1-2: Werden die Rißbildungen mit steigendem Nachdruck größer, werden in das Formteil Eigenspannungen eingebracht.

Nachdruck wieder senken und die folgenden Parameter nutzen.



Risse

Spritzgießen

FM Formmassen

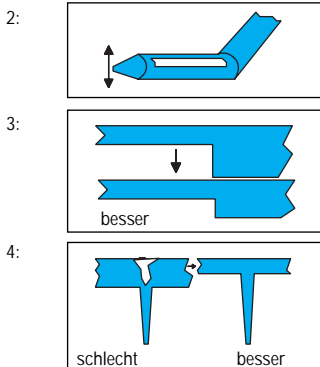
Rißbildung im Bereich von Geometrieänderungen durch Schwindungsdifferenzen (Werkzeug)

1. Temperaturverteilung / Regelverhalten kontrollieren und optimieren
2. Anschnitt zu klein, vergrößern
3. Wanddickenverhältnis ungünstig, optimieren
4. Rippen / Wanddickenverhältnis optimieren

5. Risse im Bereich der Bindenaht






6. Risse im Bereich von Kernen

7. Entformungsschrägen vergrößern



- 5: Anschnitt verlegen
- 6: Kern evtl. zu elastisch

Rißbildung im Bereich von Einlegeteilen

1. Einlegeteile vorwärmen
2. Nachdruck 
3. Nachdruckzeit 
4. Zylinder-Düsentemperatur bei polykondensierenden Massen auf über 100 °C anheben
5. Zylinder-Düsentemperatur bei polymerisierenden Massen senken
6. Staudruck 
7. Maschinendüse verkleinern 
8. Einspritzgeschw. erhöhen 

Bemerkung:

Duroplastische Formmassen besitzen einen höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten als Metalle. Die Formmassen kontrahieren somit auf die Einlegeteile auf. Risse können entstehen.

Rißbildung durch eine Werkzeugverformung

1. Werkzeug versteifen, durch:
 - 1.1 Mittenabstützungen
 - 1.2 Zwischenplatten usw.

Bemerkung:

Fehler wird begleitet durch starke Gratbildung.

Weitere Optimierungsmöglichkeiten

1. Formmasse trocknen
2. Schwindungsrärmere Formmasse verwenden
3. Prüfen, ob die Risse nicht durch Hinterschneidungen entstehen



Risse Pressen

FM Formmassen

Allgemeiner Check

1. Temperaturverteilung kontrollieren
2. Regelverhalten kontrollieren
3. Ausreichende Entformungsschrågen müssen vorhanden sein
4. Prüfen, ob die Risse nicht durch die Auswerfer verursacht werden
5. Prüfen, ob die Risse nicht durch Hinterschneidungen verursacht werden

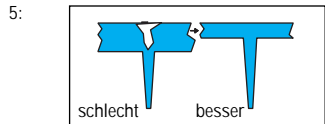
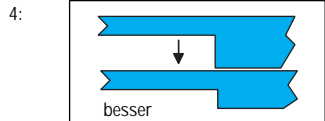
Risse im Bereich von Rippen, Wanddickenübergängen usw.

1. Werkzeugtemperatur senken 
- 1.1. Werkzeugtemperatur anheben 
2. Werkzeugtemperatur von Ober- und Unterseite sind zu unterschiedlich
3. Härtezeit optimieren

4. Wanddickenunterschied zu groß
5. Rippen Wanddickenverhältnis ungünstig
6. Entformungsschrågen, Auswerfer ungenügend
7. Formteil zu stark verrippt

Bemerkungen:

- 1: Teile sind überhärtet und fest
- 1.1: Teile sind unterhärtet und weich



- 6: Schwindungsbehinderung durch die Rippen vorhanden

Risse im Bereich von Einlegeteilen

1. Einlegeteile vorwärmen
2. Zu geringe Wanddicke um das Einlegeteil
3. Einlegeteil zu scharfkantig (scharfe Kanten und Ecken vermeiden)



Risse Pressen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Werkzeugwandtemperatur senken
2. Härtezeit verkürzen
3. Preßdruck erhöhen
4. Schließzeit verlängern
5. Lüftvorgang mit Vordruck fahren



Bemerkung:

Parameter 1 und 2 haben höchste Priorität.

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Werkzeugtemperierung kontrollieren und ggf. optimieren, auf geringe Temperaturunterschiede achten
2. Temperaturregelverhalten optimieren
3. Heizpatronen zu nahe an der Oberfläche des Werkzeuges
4. Zu große Wanddickenunterschiede am Formteil vorhanden
5. Werkzeug schließt zu dicht ab, Luft kann nicht entweichen

Weitere systematische Kontrollmöglichkeiten

1. Formmasse zu reaktiv, hochviskos oder zu feucht



Einfallstellen

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Einfallstellen sind Oberflächenvertiefungen, die oftmals durch einen Glanzunterschied zu erkennen sind. Dabei treten Einfallstellen in typischen Formteilbereichen auf:

- an Wanddickensprüngen
- im Bereich von Rippen
- an Domen
- im Bereich von weiteren Materialanhäufungen

Bild 19.1: Einfallstellen an einem Lampenschirm

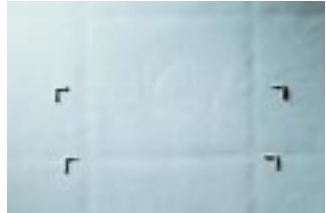


Bild 19.1: Einfallstellen an einem Gehäuse /2/

Bild 19.2: Punktförmige Einfallstellen durch unzureichende Verdichtung an einem Topf



Bild 19.2: Einfallstellen an einem Topf /1/

Bild 19.3: Einfallstellen an einem Topfgriff durch unzureichende Verdichtung



Bild 19.3: Einfallstellen an einem Topfgriff /1/

Einfallstellen

- Fehlerursache

Die Ursache von Einfallstellen sind Schwindungsdifferenzen am Formteil, die sich in der Regel durch Materialanhäufungen ergeben (z.B. im Bereich einer Rippe). Dabei vernetzt die Randschicht im Bereich der dünnen Wand relativ schnell, im Bereich der Materialanhäufung aber relativ langsam.

Hier kommt es somit zu einer Nachvernetzung, die Moleküle ziehen sich zusammen (Bild 19.4) und die Schwindung führt zu einer Einfallstelle.

Eine weitere Ursache von Einfallstellen ist eine nicht ausreichende Vernetzung in Verbindung mit einer mangelhaften Nachdruck- oder Druckübertragung. Dabei wird der Schwindung kein Widerstand entgegengesetzt. (Material kann zum Schwindungsausgleich nachgefüllt werden).

Bei dieser Ursache der Einfallstellen sind die Formteile mit an der Oberfläche vorhandenen punktförmigen Vertiefungen versehen.

Beim Spritzgießen führt ein Materialrückfluß während der Nachdruckphase zu weiteren Einfallstellen. Auch hier verliert die Formmasse den Werkzeugwandkontakt, Vertiefungen sind an der Oberfläche vorhanden (Bild 19.5)

FM Formmassen

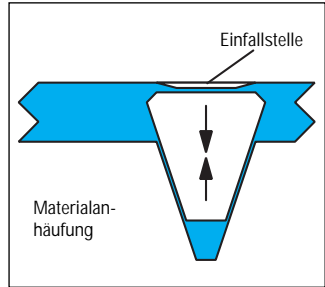


Bild 19.4: Entstehung einer Einfallstelle

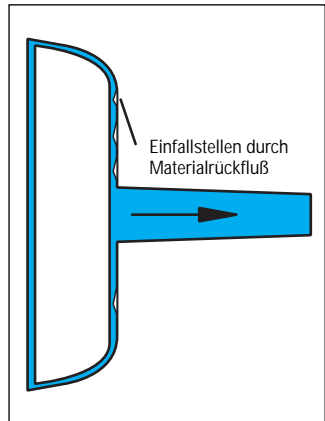









Bild 19.5: Einfallstelle durch Materialrückfluß

Einfallstellen Spritzgießen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Nachdruck 
2. Nachdruckzeit 
3. Zylinder-Düsentemperatur bei polykondensierenden Massen auf über 100 °C anheben
4. Zylinder-Düsentemperatur bei polymerisierenden Massen senken
5. Staudruck 
6. Schneckendrehzahl 
7. Maschinendüse verkleinern 
8. Einspritzgeschw. erhöhen 
9. Umschaltzeitpunkt optimieren
10. Lüften
11. Härtezeit verlängern 

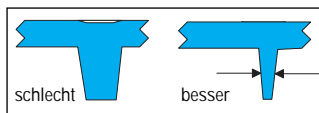
Bemerkungen:

zu 3-4: Falls die Einfallstellen in angußfernen Formteilzonen liegen, muß in einigen Fällen bei polykondensierende Massen die Zylinderdüsentemperatur gesenkt werden und bei polymerisierenden Massen angehoben werden.

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Ungünstige Temperaturverteilung im Werkzeug, kontrollieren und evtl. optimieren
2. Wanddicken-Rippenverhältnis ungünstig, optimieren
3. Anschnitt vergrößern
4. Materialanhäufung vermeiden
5. Übergangsradien verkleinern
6. Austriebskanäle verkleinern
7. Werkzeug mechanisch zu schwach ausgelegt

2:



7: Fehler wird begleitet durch starke Gratbildung

Weitere Kontrollmöglichkeiten

1. Trockenerere Masse verwenden
2. Formmasse vorwärmen
3. Schwindungsärmere Formmasse verwenden

Einfallstellen Pressen

FM Formmassen

Verarbeitungsparameter optimieren

1. Dosiervolumen
2. Vordruck
3. Vorwärmung
4. Preßdruck
5. Vordruckzeit
6. Härtezeit



Bemerkung:

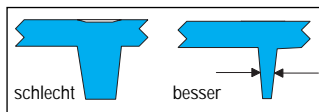
Schwindungsausgleich muß durch Parameterveränderungen erzielt werden

Fehlerursache durch das Werkzeug

1. Austriebskanäle verkleinern
2. Ungünstige Temperaturverteilung im Werkzeug, kontrollieren und evtl. optimieren
3. Wanddicken-Rippenverhältnis ungünstig, optimieren
4. Materialanhäufung vermeiden
5. Übergangsradien verkleinern
6. Werkzeug mechanisch zu schwach ausgelegt

Bemerkung:

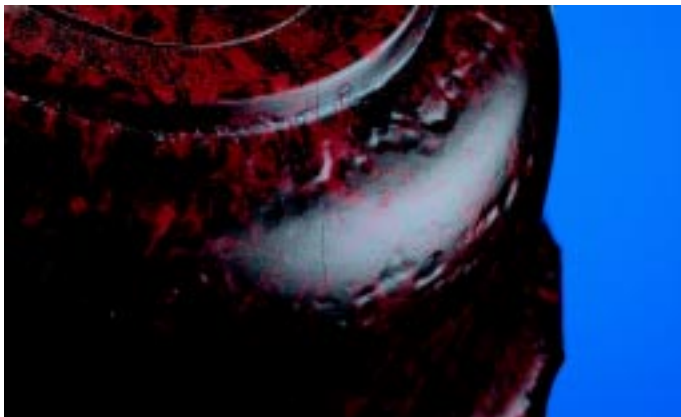
3:



6: Fehler wird begleitet durch starke Gratbildung

Weitere Kontrollmöglichkeiten

1. Trockenerere Masse verwenden
2. Formmasse vorwärmen
3. Schwindungsärmere Masse verwenden



Kratzer

Spritzgießen / Pressen

FM Formmassen

• Fehlerdiagnose und Beschreibung

Kratzer oder Riefen sind längliche Vertiefungen an der Formteiloberfläche. Die Oberfläche ist beschädigt. Meist treten die Vertiefungen an der gleichen Stelle auf.

Bild 20.1: Bei der Montage entstandene Kratzer an einem Formteil

Bild 20.2: Durch ungenügende Entformungsschrägen entstandene Kratzer im Bereich von Rippen

• Fehlerursache

Die Ursache von Kratzern sind meist mechanischer Art, z.B.:

- Schieber schleifen,
- Werkzeugoberfläche beschädigt,
- Ungenügende Entformungsschräge

• Kontrollmöglichkeiten

1. Kontrollieren, ob die Kratzer nach der Fertigung auftreten
2. Werkzeug auf Hinterschneidungen prüfen
3. Werkzeug auf ausreichende Entformungsschrägen kontrollieren
4. Werkzeug auf Beschädigung prüfen
5. Schieber kontrollieren (Schieber dürfen nicht am Formteil kratzen)
6. Werkzeug auf Schleifgrat überprüfen



Bild 20.1: Kratzer an der Oberfläche /2/



Bild 20.2: Kratzer im Bereich von Rippen /2/

Auswerferabdrücke

FM Formmassen

- Fehlerdiagnose und Beschreibung

Die Kontur des Auswerfers ist entweder auf der Auswerferseite oder auch teilweise auf der Düsenseite am Formteil sichtbar.

Bild 21.1: Auswerferabdrücke an einem flächigen Formteil mit Rippen

Bild 21.2: Auswerferabdrücke trotz relativ großer Auswerferflächen an einer Platte



Bild 21.1: Auswerferabdrücke an einem flächigem Formteil /1/

- Fehlerursache

Auswerferabdrücke entstehen durch:

- aus der Kavität herausragende Auswerfer
- die Auswerfer werden durch z.B. einen sehr hohen Nachdruck zurückgedrückt (stehender Grat)
- ungenügende Aushärtung des Formteils, die Auswerfer drücken sich in das Teil während der Entformung ein
- eine zu hohe Flächenpressung bei zu kleinen Auswerferflächen.



Bild 21.2: Auswerferabdrücke an einer Platte /4/

Auswerferabdrücke

Spritzgießen / Pressen

Kontrollmöglichkeiten

**Auswerfer reicht in die Kavität herein
(klemmt z.B. durch Verschmutzung)**

1. Auswerferposition überprüfen und ggf. korrigieren (Werkzeug säubern)
2. Falls Werkzeug verschmutzt und Auswerfer klemmt, säubern
3. Auswerferlänge prüfen
4. Auswerfer hat gefressen und klemmt (überarbeiten)

Kein „mechanisches“ Auswerferproblem vorhanden

1. Prüfen, ob Formteil steif genug ist, wenn nein,
 - Härtezeit erhöhen
 - Werkzeugwandtemperatur erhöhen
2. Auswerfergeschwindigkeit optimieren

Auswerfer zu klein

1. Flächenpressung minimieren durch größeren Auswerfer
2. Anzahl der Auswerfer erhöhen

Erhabener Auswerferabdruck

1. Druck (Preß-Nachdruck) zu groß, senken
2. Auswerfersystem über Endstellung hinausgedrückt, korrigieren
3. Auswerferstifte zu kurz



Literatur

FM Formmassen

- /1/ Weber, Frank; Daume, Jörg Formteilfehler duroplastischer Spritzgießteile
Diplomarbeit an der Märkischen Fachhochschule in Iserlohn, 1991
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Paul Thienel
- /2/ Bakelite AG Formteile wurden von der Bakelite AG zur Verfügung gestellt
- /3/ Görlitz, Roger; Ritter, Thorsten Einfluß von Maschineneinstellparametern auf Formteilfehler bei der
Duroplastverarbeitung
Diplomarbeit an der Märkischen Fachhochschule in Iserlohn, 1996
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Paul Thienel
- /4/ Anon Formteile des Kunststoffverarbeitungslabores (KVL I) der Märkischen
Fachhochschule Iserlohn
- /5/ Battenfeld GmbH Formteile wurden von der Battenfeld GmbH zur Verfügung gestellt
- /6/ Bischof, Martin; Knoblich, Steffen Oberflächenfehler bei der Verarbeitung härtpbarer Formmassen
Diplomarbeit an der Märkischen Fachhochschule in Iserlohn, 1995
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Paul Thienel

Verkauf **TP** und **FM**

Werk Iserlohn-Letmathe
Gennaer Straße 2-4
D-58642 Iserlohn-Letmathe

Postanschrift
Postfach 7154
D-58609 Iserlohn

Telefon (+49) 0 23 74-925-0
Fax (+49) 0 23 74-925-506
E-mail: Michael.Stahl@Bakelite.de
Internet: www.Bakelite.de

Verkauf **EP** und **PH**

Werk Duisburg-Meiderich
Varziner Straße 49
D-47138 Duisburg-Meiderich

Postanschrift
Postfach 12 05 52
D-47125 Duisburg

Telefon (+49) 02 03-42 96-02
Fax (+49) 02 03-42 5454 **EP**
Fax (+49) 02 03-42 1251 **PH**

Ein Unternehmen des
RÜTGERS-Konzerns

EP

Die Rütapox®-Epoxidharzfamilie ist seit nahezu 40 Jahren erfolgreich im Markt. Innerhalb der unterschiedlichen Anwendungsgebiete haben Rütapox®-Epoxidharze eine führende Stellung eingenommen und die technische Entwicklung sowie den Erfolg dieser Kunststoffklasse wesentlich mitgeprägt. Bei diesen Epoxidharzen handelt es sich um eine Produktklasse, die für den Menschen im Verborgenen arbeitet, die jedoch aus unserem heutigen Alltag nicht mehr wegzudenken ist. Von der Kommunikationsindustrie, über die Automobilindustrie, die Luft- und Raumfahrt, den schweren Korrosionsschutz, über den Ski-, Tennis- und Segelsport, die Elektroindustrie, bis hin zum Ingenieurbau, spannt sich der weite Bogen der heutigen Einsatzgebiete. Unsere Schwerpunkte liegen in den Bereichen: Lacke, Klebstoffe, Ingenieurbau, Composites, Elektrogießharzsysteme, Elektrolamine. Rütapox®-Harze sind die richtigen Bausteine für erfolgreiche Formulierungen.

TP

Bakelite AG verfügt über die breiteste Produktpalette von technischen Phenolharzen in Europa. Das Lieferprogramm umfaßt Phenolharze in den unterschiedlichsten Darbietungsformen, i. e. Phenolnovolake, -resole, Harzlösungen und Pulverharze, sowie Furanharze. Der Geschäftsbereich TP bietet für nahezu alle Anwendungsgebiete neben höchster Produktqualität auch intensive Kundenberatung und Unterstützung in Umweltfragen.

PH

Führend in Europa auf dem Gebiet der Phenolharze für viele Anwendungen, insbesondere bei Bindemitteln für die Glas- und Mineralwolleindustrie für thermische und akustische Isolierung. Ebenso ist Bakelite AG der zur Zeit größte Lieferant in Europa für Phenolschaumharze in den Bereichen Isolierung, Bergbau und Blumensteckschaum. Für die Holzwerkstoffindustrie werden Harze für wetterbeständige Spanplatten, Faserplatten, Furniersperrhölzer, Dekorlamine für die Außen- und Innenanwendung gefertigt.

FM

Die Bakelite AG verfügt über die weltweit breiteste Produktpalette von duroplastischen Formmassen. Das Lieferprogramm umfaßt Epoxid-, Melamin-Formaldehyd-, Melamin-Phenol-, Phenol-Formaldehyd-, Ungesättigte Polyesterformmassen und Polyamid 6 und 66, sowie Huminstoffe. Der Einsatz dieser Formmassen, die sich durch höchste Produktqualität auszeichnen, erstreckt sich über die verschiedensten Anwendungsgebiete. Der Geschäftsbereich FM bietet neben kompetenter Kundenberatung fachkundige Unterstützung für Neuentwicklungen aufgrund seines hohen anwendungs- und entwicklungstechnischen Potentials.

Alle Informationen, Empfehlungen oder Ratschläge seitens Bakelite AG – in Wort, Schrift und Datenbanken – erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen. Sie gelten als unverbindliche Hinweise und enthalten weder ausdrückliche noch stillschweigende Zusicherungen noch eine Garantie bestimmter Eigenschaften. Bei den angegebenen Eigenschaftswerten handelt es sich um unverbindliche Wertebereiche, die weder eine Garantie – noch Spezifikationsgrundlage bilden. Die Informationen, Empfehlungen oder Ratschläge beschreiben unsere Produkte und möglichen Anwendungen in genereller oder beispielhafter, aber nicht auf den Einzelfall bezogener Weise. Im Zuge der ständigen technischen Weiterentwicklung und Verbesserung unserer Produkte können sich Veränderungen in den Kennwerten, Texten und Graphiken ergeben; ein besonderer Hinweis auf eine evtl. Veränderung erfolgt nicht. Unsere Beratung befreit die Kunden nicht von einer eigenen Prüfung unserer aktuellen Hinweise, insbesondere unserer Datenblätter, Sicherheitsdatenblätter und technischen Informationen. Der Kunde prüft eigenverantwortlich unsere Produkte in Hinblick auf ihre Eignung für die beabsichtigten Verfahren und Zwecke sowie ihre entsprechende Verarbeitbarkeit, da die technischen Einsatzmöglichkeiten unserer Produkte zahlreich und je nach Fall sehr unterschiedlich sind. Sie entziehen sich daher unseren Kontrollmöglichkeiten und liegen ausschließlich im Verantwortungsbereich des Kunden. Sollte eine bestimmte Zusicherung von Kenndaten notwendig sein, ist darüber eine entsprechende Vereinbarung zu treffen. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Abnehmer bzw. Anwender unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten. Die Veröffentlichung ist keine Lizenz und beabsichtigt nicht die Verletzung irgendwelcher Patente.

Anmerkung: „Diese Broschüre annulliert und ersetzt sämtliche zu diesem Thema bisher erschienenen Publikationen.“