

Spritzgussfehler bei technischen Thermoplasten

Ursachen und Lösungen

BASF
We create chemistry

INHALTSVERZEICHNIS

Bitte klicken Sie auf einen Eintrag im Inhaltsverzeichnis, um direkt zur entsprechenden Seite zu gelangen.

	Inhaltsverzeichnis	2
	Einleitung	3
1	Bindenaht	4 - 7
2	Delamination	8 - 9
3	Diesel-Effekt	10 - 11
4	Dunkle Punkte (Black Specks)	12 - 13
5	Einfallstellen	14 - 17
6	Entformungsprobleme	18 - 21
7	Freistrahl	22 - 25
8	Glanzunterschiede	26 - 27
9	Grat (Schwimmhaut)	28 - 29
10	Kalter Pfropfen	30 - 33
11	Lufteinschluss	34 - 37
12	Lunker	38 - 39
13	Matte Stellen	40 - 41
14	Schallplatteneffekt	42 - 43
	Schlieren	
15	Farbschlieren	44 - 45
16	Feuchtigkeitsschlieren	46 - 47
17	Schlieren bei Verstärkungsstoffen	48 - 51
18	Verbrennungsschlieren	52 - 53
19	Schubmarkierungen (Tiger Lines)	54 - 55
20	Spannungsrissbildung	56 - 57
21	Unaufgeschmolzenes Granulat	58 - 59
22	Unvollständig gefülltes Formteil	60 - 61
23	Verzug	62 - 65
24	Werkzeugbelag (Formbelag)	66 - 67
	Überblick: Beeinflussung von Spritzgussfehlern	68 - 69

Einleitung

Die Anforderungen an die Qualität von spritzgegossenen Bauteilen aus technischen Thermoplasten sind in den letzten Jahren immer weiter gestiegen. Das ist zum einen auf das höhere Qualitätsbewusstsein der Endverbraucher zurückzuführen. Zum anderen ergeben sich die gestiegenen Anforderungen aber auch aus der Erschließung von technisch immer anspruchsvolleren Anwendungen, die zudem in immer kürzeren Zyklen bis zur Serienreife entwickelt werden müssen.

Das komplexe Zusammenspiel zwischen Formteil- und Werkzeugkonstruktion, zwischen den Eigenschaften des gewählten Kunststoffs und den vielfältigen Parametern des Spritzgießprozesses erfordert viel Erfahrung, um optimale Ergebnisse zu erreichen, vor allem wenn es um die kurzfristige Beseitigung von Verarbeitungsfehlern geht, die häufig erst in der Endphase eines Projektes zu erkennen sind.

Der vorliegende Ratgeber unterstützt den Praktiker mit einer systematischen Aufstellung von Fehlern, die beim Herstellen von Formteilen aus technischen Kunststoffen auftreten können. Außerdem bietet der Ratgeber Lösungsvorschläge, die sich in der anwendungstechnischen Beratung bewährt haben. Und es werden Hinweise gegeben, welche Faktoren schon im Vorfeld – bei der Konstruktion des Bauteils, der Fertigung des Werkzeugs oder bei der Konzeption der Maschine – zu berücksichtigen sind, um Fehler vor Beginn der eigentlichen Fertigung zu vermeiden.

Anmerkung

In diesem Ratgeber werden Hinweise zur Optimierung der Verarbeitungstemperaturen gegeben. Generell ist zu beachten, dass die Grenzen der Schmelze- und Werkzeugtemperaturen nicht unter- bzw. überschritten werden sollten. Insbesondere ein Überschreiten der Grenztemperatur kann molekularen Abbau bzw. eine Vernetzung des Thermoplasten (z. B. bei Ultrason®) zur Folge haben und/oder zur Entwicklung von Gasen und Dämpfen führen.

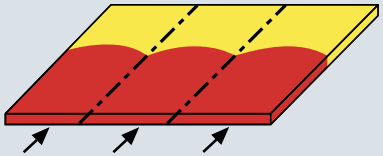
Zurück zur Übersicht

Beschreibung

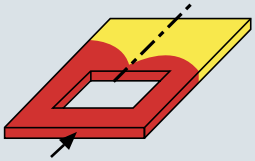
An Stellen, an denen sich während der Formteilfüllung zwei Masseströme treffen, ist eine kratzer- bzw. kerbenartige Linie und/oder ein lokaler Farb- oder Glanzunterschied sichtbar. Besonders stark tritt dieser Effekt bei dunklen oder transparenten Kunststoffteilen mit polierter Oberfläche, bei Teilen mit einer Glasfaserverstärkung oder einer Einfärbung mit Effektpigmenten auf. Sind die Temperaturen und Drücke in diesem Bereich zu gering, legt sich die etwas kältere und steifere Schmelzehaut in den Randbereichen nicht mehr sauber an die Werkzeugwand an und es bleibt eine sichtbare Kerbe in der Oberfläche zurück. Zusammen mit einer schlechten Verschweißung bei zu kalten Schmelzefronten kann dies zu einer Reduktion der mechanischen Eigenschaften führen. Eine Bindenaht kann oft nicht vermieden werden. Vermindert werden kann nur die Intensität, oder die Bindenaht kann an eine Stelle verlegt werden, wo sie optisch oder mechanisch nicht stört.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Zwei oder mehrere Schmelzefronten treffen aufeinander und bewirken eine optische und meist auch mechanische Beeinträchtigung des Formteils.	PROZESSTECHNISCH • Den Umschaltpunkt auf Nachdruck optimieren: Kurz vor Erreichen der volumetrischen Füllung (ca. 98 % Füllgrad) auf Nachdruck umschalten. • Häufig können z. B. durch Erhöhung der Einspritzgeschwindigkeit Verbesserungen erzielt werden. Bei Entlüftungsproblemen im Bereich der Bindenaht sollte die Einspritzgeschwindigkeit allerdings reduziert werden. • Die Schmelzetemperatur erhöhen. • Die Entlüftungskanäle reinigen.
	WERKZEUGTECHNISCH • Durch Verlegung des Anschnitts und ggf. Veränderung der Wanddickenverhältnisse lässt sich der Weg der Polymerschmelze in der Kavität und damit die Lage der Bindenähte beeinflussen. Da dies mit Werkzeugänderungen verbunden ist, sollte die Wirksamkeit der Maßnahme über eine vorgeschaltete Füllsimulation abgesichert werden. • Die Entlüftung in den betroffenen Bereichen des Werkzeugs verbessern.

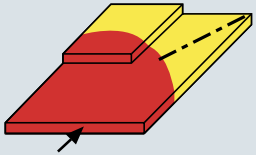
Zurück zur Übersicht



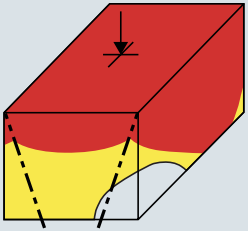
Mehrfachanbindung



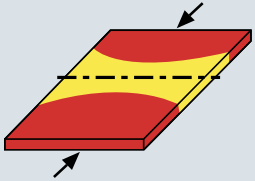
Durchbruch



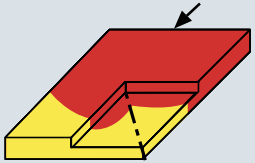
Wanddickensprung



Fließweglängenunterschiede



Gegenüber liegende Anspritzungen



Wanddickensprung

Verschiedene geometrische Ursachen für Bindenähte

Zurück zur Übersicht

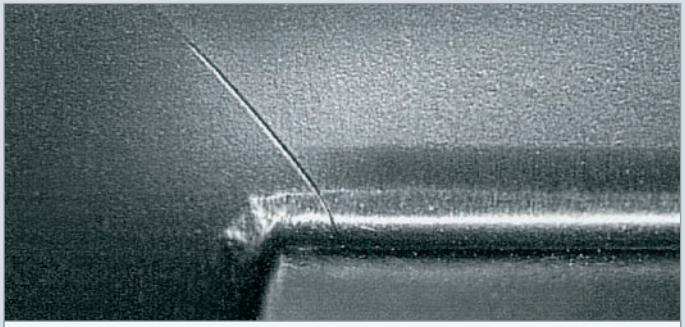


Bindenähte nach Durchbrüchen

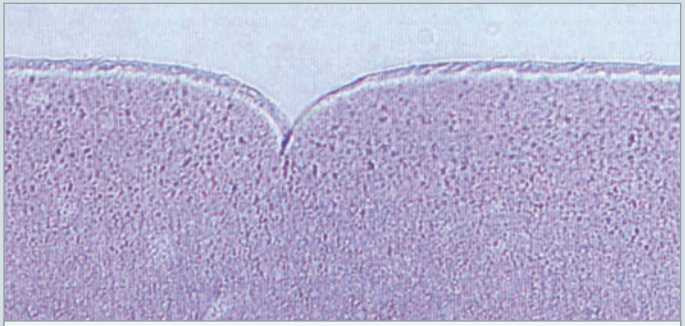




Zurück zur Übersicht

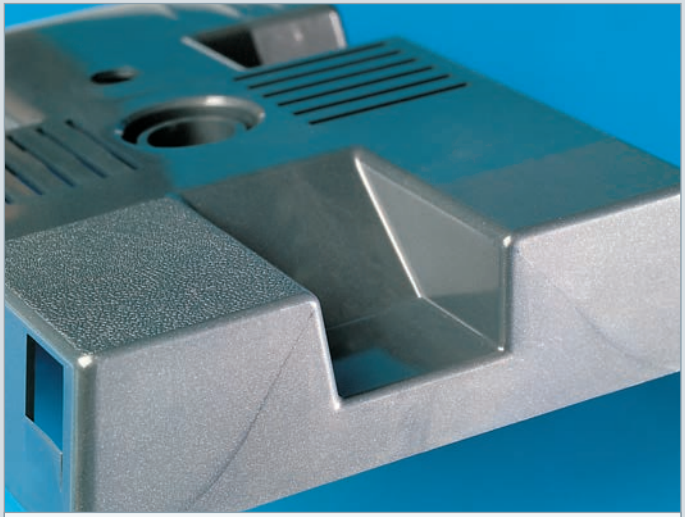


Auflicht, Vergrößerung 11:1

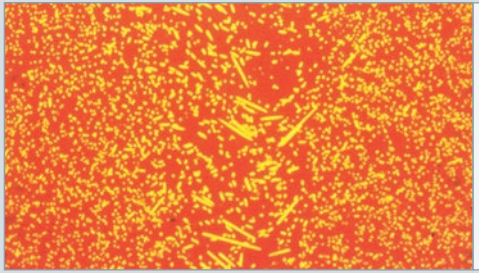


Durchlicht, polarisiert, Vergrößerung 560:1

Kerben bei einer Bindenaht



Bindenaht bei Einfärbung mit Metallic-Effekt



In einer Bindenaht werden die Glasfasern umorientiert.

Zurück zur Übersicht

Beschreibung
Als Delamination bezeichnet man bei Kunststoff-Spritzgussteilen das Aufspleissen bzw. Abblättern von Oberflächenschichten. Die Ursache dieser unzureichenden Verbindung zwischen den Polymerschichten ist eine zu starke Scherung der relativ kalten Masse in Kombination mit einer intensiven Werkzeugkühlung (kaltes Werkzeug). Bei teilkristallinen Thermoplasten kann dies zur Entstehung von Schichten unterschiedlicher Kristallstruktur führen, bei amorphen Thermoplasten zu Entmischungen im Schmelze/Additiv/Pigment-Gemisch.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Die Schichtenbildung wird durch eine zu hohe Scherung bei der Formfüllung verursacht.	• Die Schmelzetemperatur erhöhen. • Die Einspritzgeschwindigkeit verringern. • Den Druckverlust im Angusssystem reduzieren durch Vergrößern der Fließquerschnitte. • Die Anschnittart ändern, z. B. Filmanschnitt anstelle eines Punktanschnitts. • Die Wanddicke des Formteils erhöhen.
Die Maschine und ggf. der Heißkanal sind durch Fremdmaterial verunreinigt.	• Die Maschine und den Heißkanal vor der Verarbeitung gründlich reinigen.
Ein unverträglicher Masterbatch wird verwendet.	• Überprüfen, ob das Masterbatch für den eingesetzten Kunststoff geeignet ist. Bei Bedarf auf einen Masterbatch mit einem geeigneten Träger umstellen.
Beim Dosieren wird Luft eingezogen. Auf der Formteiloberfläche befinden sich dünne Häutchen, die abgezogen werden können. Dieser Fehler wird vorzugsweise bei unverstärkten, teilkristallinen Thermoplasten beobachtet.	• Den Staudruck bei der Dosierung des Materials erhöhen. • Überprüfen, ob der maximal zulässige Dosierhub überschritten wird; ggf. Einsatz einer Maschine mit größerer Schnecke. • Verwendung einer Schnecke mit optimiertem Design, z. B. flachgeschnittene Dreizonenschnecke.

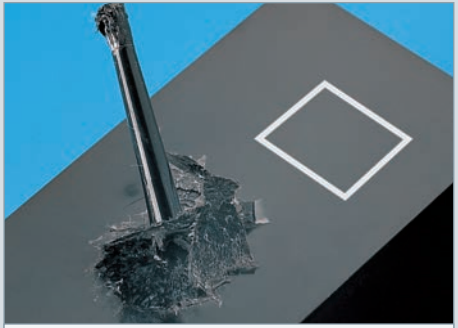
Zurück zur Übersicht



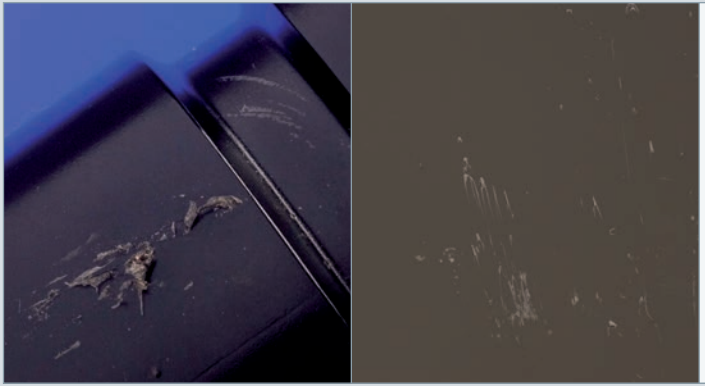
Delamination verursacht durch eine zu hohe Einspritzgeschwindigkeit (mineralverstärktes Ultramid®)



Delamination wegen zu hoher Einspritzgeschwindigkeit (Ultramid T)



Delamination wegen Materialverunreinigung



Delamination durch eingezogene Luft beim Dosieren (unverstärktes Ultramid)

Zurück zur Übersicht

Beschreibung

Im Bereich von Zusammenflussstellen der Polymerschmelze oder am Fließwegende des Formteils bzw. einzelner Formteilbereiche (z. B. einer Rippe) treten lokal begrenzte Schwarzfärbungen auf. Gelegentlich ist das Formteil an diesen Stellen nicht vollständig ausgeformt, evtl. zeigen sich auch Veränderungen an der Werkzeugoberfläche (Werkzeugbelag oder Korrosion). Ursache hierfür ist, dass die eingespritzte Kunststoffschmelze die Luft in der Kavität vor sich her schiebt und dabei komprimiert. Kann die Luft nicht über Trennfugen, Auswerfer oder spezielle Entlüftungseinsätze entweichen, erhitzt sie sich dabei so stark, dass Brandstellen am Kunststoff entstehen.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Das Werkzeug wird mit einer zu hohen Einspritzgeschwindigkeit gefüllt.	• Die Schneckenvorlaufgeschwindigkeit reduzieren. Evtl. reicht es bereits aus, nur die Geschwindigkeit am Ende der Füllphase zurückzunehmen (gestuftes Einspritzprofil einstellen).
Die Kanäle der Werkzeugentlüftung sind durch Werkzeugbelag verunreinigt bzw. verschlossen.	• Die Werkzeugentlüftung reinigen.
Die Luft kann nicht über die Trennebene des Werkzeugs entweichen.	• Falls die Verbrennungen nahe der Trennebene auftreten, die Schließkraft der Maschine reduzieren.
Das Werkzeug ist unzureichend entlüftet.	• Die Entlüftungskanäle hinsichtlich ihrer Lage und Wirksamkeit überprüfen. Ggf. zusätzliche Entlüftungskanäle in die Trennflächen einarbeiten und/oder Auswerferstifte an Stellen ins Werkzeug einarbeiten, wo die Schmelze zusammenfließt.
Mehrere Schmelzeströme treffen zusammen.	• Die Füllsituation analysieren. Das Füllbild durch Optimierung der Anschnittposition oder durch das Einbringen von Fließhilfen oder Fließbremsen so anpassen, dass die Luft über die Trennflächen des Werkzeugs entweichen kann.

Zurück zur Übersicht







Diesel-Effekt in einer Rippe wegen fehlender Entlüftung





1. Entlüftung verbessert durch Stifte

2. Fehlende Entlüftung



Das Füllbild zeigt die Zusammenflussstellen verschiedener Schmelzeströme.

Zurück zur Übersicht

04 DUNKLE PUNKTE (BLACK SPECKS)

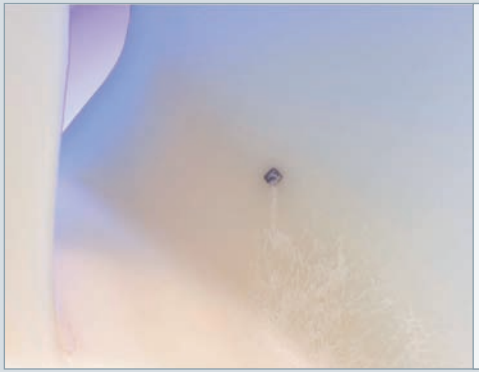
Beschreibung
Durch Verschmutzungen oder thermische Schädigung des Polymeren werden dunkle, punkt- oder plättchenförmige Einlagerungen an der Formteiloberfläche oder bei transparenten Kunststoffen im Formteilinneren sichtbar.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Das Material ist mit Fremdmaterial verunreinigt.	• Die Zeit, in der das Granulat offen den Umgebungsbedingungen ausgesetzt ist, reduzieren. • Den Zustand des Materialfördersystems auf eventuelle Undichtigkeiten, Schmutzablagerungen oder Verschleiß prüfen. • Das Materialfördersystem, den Trockner und die Maschine vor einem Materialwechsel gründlich reinigen.
Die Temperatur der Schmelze ist zu hoch.	• Die Schmelzetemperatur überprüfen und ggf. die Temperaturen der Zylinderheizung und des Heißkanals absenken. • Die Schneckendrehzahl und den Staudruck reduzieren.
In der Plastifiziereinheit und/oder im Heißkanal zersetzt sich das Material in so genannten „toten“ Ecken.	• Die Konstruktion der Plastifiziereinheit (Rückströmsperre, Maschinenkopf, Maschinendüse) und des Heißkanalsystems überprüfen und „tote“ Ecken beseitigen.
In der Plastifiziereinheit oder im Werkzeug lösen sich infolge von Verschleiß metallische Partikel.	• Den Zustand der Plastifiziereinheit und/oder des Werkzeugs auf Verschleiß oder partielles Ablösen einer eventuell vorhandenen Beschichtung überprüfen; die betroffenen Komponenten austauschen.
Die Verweilzeit der Schmelze in der Plastifiziereinheit und/oder dem Heißkanal ist zu lang.	• Die Verweilzeit in der Plastifiziereinheit überprüfen, ggf. auf ein kleineres Aggregat wechseln oder eine flachgeschnittene Schneckengeometrie einsetzen. • Die Verweilzeit im Heißkanal reduzieren, z. B. durch eine kürzere Zykluszeit oder durch Reduzierung der Fließkanalquerschnitte.
Die Aufheiz- und/oder Abkühlzeiten sind zu lang gewählt oder die Zeiten des Maschinenstillstands sind zu lang.	• Den Zylinder in zwei Stufen aufheizen bzw. abkühlen (Ultrason®). • Bei Unterbrechungen regelmäßig ins Freie spritzen bzw. die Temperatur absenken.

Zurück zur Übersicht



Dunkle Punkte
(Black Specks)



Dunkle Punkte
verursacht durch
Fremdgranulat



Ablagerung aus
einem Heißkanal
nach Maschinen-
stillstand (Ultrason)



Verschmutzungen
in einer Flasche
aus Ultrason wegen
„toter“ Ecken in der
Plastifiziereinheit

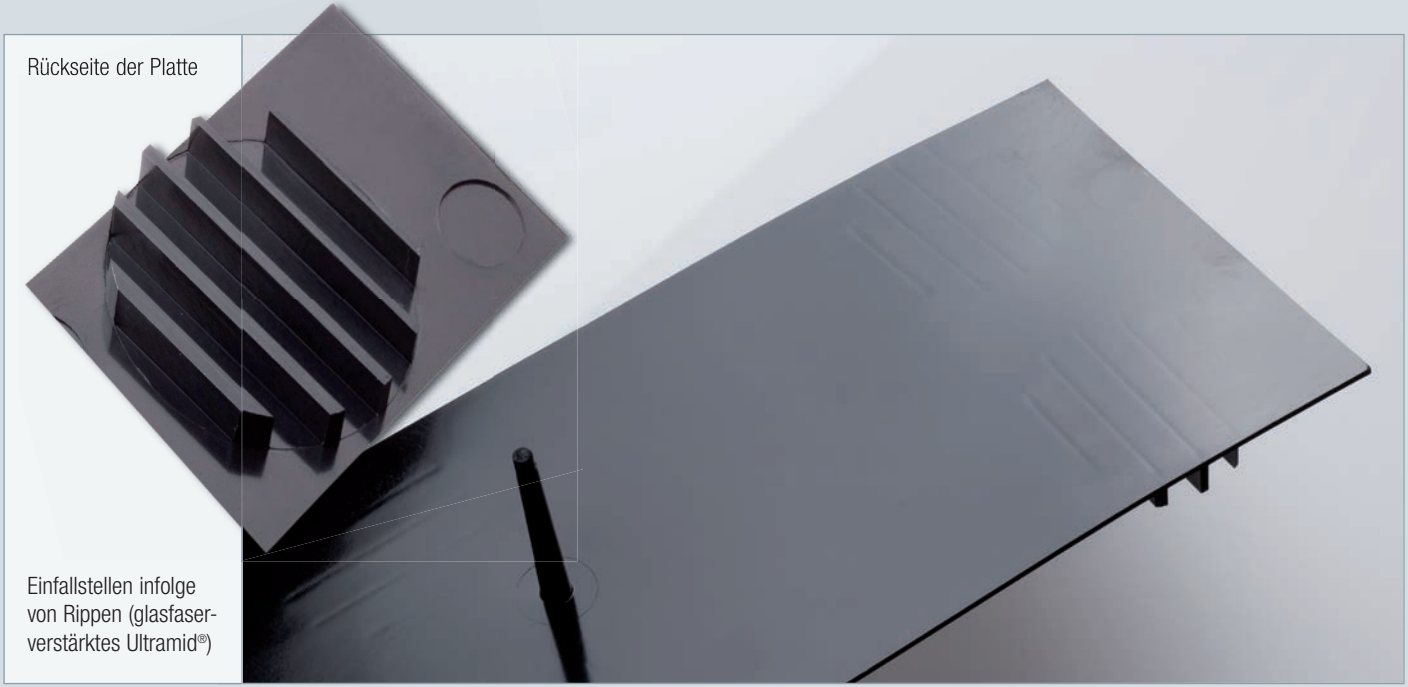
Zurück zur
Übersicht

Beschreibung

Als Einfallstellen bezeichnet man Vertiefungen an der Formteiloberfläche. Einfallstellen treten meist im Bereich von Masseanhäufungen auf. Durch die Masseanhäufung entsteht eine lokal erhöhte Volumenschwindung. Diese zieht die Oberflächenschicht nach innen. Einfallstellen entstehen teilweise erst nach der Entformung, wenn das heiße Innere des Polymeren die bereits abgekühlten Randschichten wieder erwärmt und nachgiebig macht. Sie sind teilweise nur am Glanzunterschied zur Umgebung zu erkennen.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Während der Abkühlphase wird die Volumenkontraktion nicht genügend durch Nachdruck ausgeglichen.	• Den Nachdruck erhöhen. • Die Nachdruckzeit verlängern: Zunächst wird die Siegelzeit durch Gewichts- oder Druckmessung ermittelt. Ausgehend von einer kurzen Nachdruckzeit wird diese schrittweise erhöht, bis keine Gewichts- oder Forminnendruckänderung mehr erkennbar ist. Die optimale Nachdruckzeit etwas länger wählen als die Siegelzeit. • Die Schmelzetemperatur reduzieren. • Die Werkzeugtemperatur absenken.
Das Formteil ist nicht kunststoffgerecht konstruiert (z. B. Masseanhäufungen vorhanden, Wanddickensprünge entlang des Fließwegs).	• Große Wanddickensprünge und Materialanhäufungen vermeiden, nicht zu große Radien bei Rippen einsetzen, vorteilhaft ist eine Rippendicke vom 0,5-fachen der Grundwanddicke. • Die Wanddicken des Formteils so ändern, dass eine gute Druckübertragung entlang eines jeden Fließwegs gegeben ist. Dünnstellen entlang eines Fließwegs vermeiden.
Es ist kein Massepolster vorhanden.	• Den Dosierweg verlängern und den Umschaltpunkt anpassen. • Die Dichtfunktion der Rückströmsperre überprüfen, ggf. den Sperrring austauschen oder den Plastifizierzylinder regenerieren bzw. austauschen.
In der Maschinendüse und/oder im Angusssystem liegt ein großer Druckverlust vor.	• Die Fließquerschnitte von Angussverteiler und Anschnitt vergrößern.
Das Formteil ist an einer dünnwandigen Stelle angebunden.	• Das Formteil möglichst im Bereich der größten Wanddicke anbinden bzw. anspritzen.

Zurück zur Übersicht



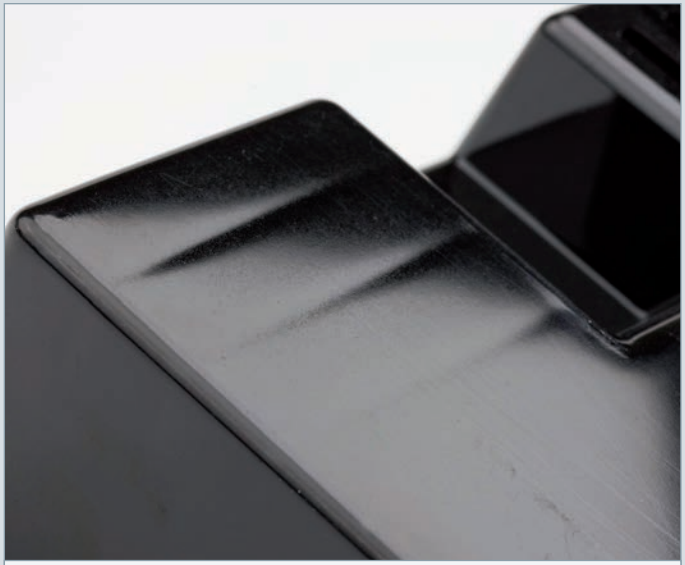
Rückseite der Platte

Einfallstellen infolge von Rippen (glasfaserverstärktes Ultramid®)

Zurück zur Übersicht

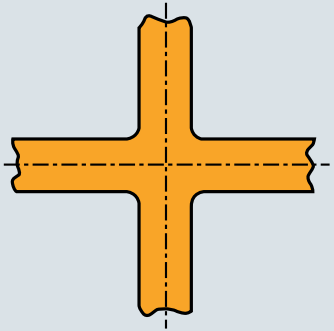


Einfallstelle im Bereich einer Masseanhäufung: nicht kunststoffgerechtes Design eines Einschraubdoms

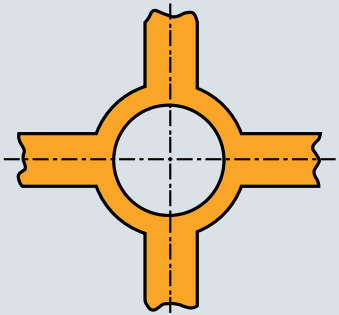


Einfallstellen infolge von Rippen

Zurück zur Übersicht

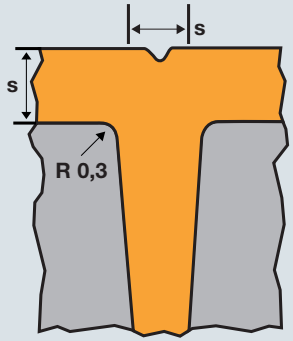


ungünstig

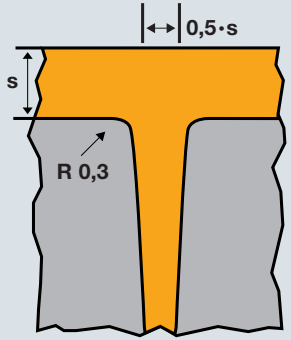


günstig

Vermeidung von Einfallstellen (Lunker) durch kunststoffgerechtes Design einer Rippenverbindung



ungünstig



günstig

Gestaltung von Rippen

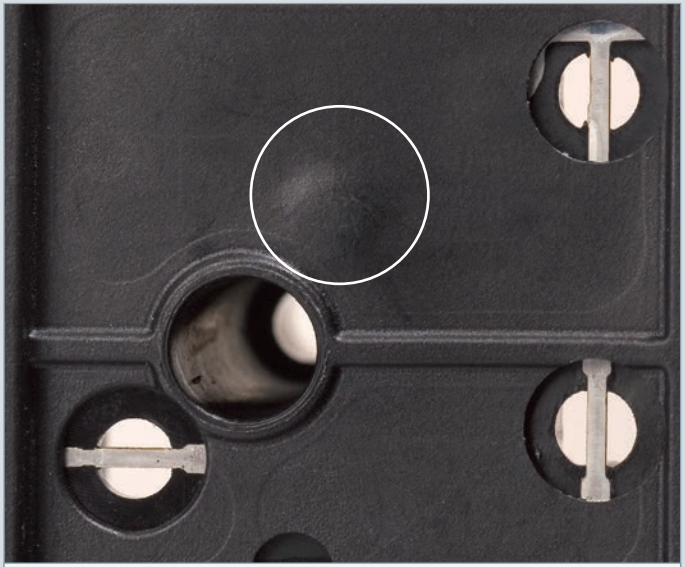
Zurück zur Übersicht

Beschreibung

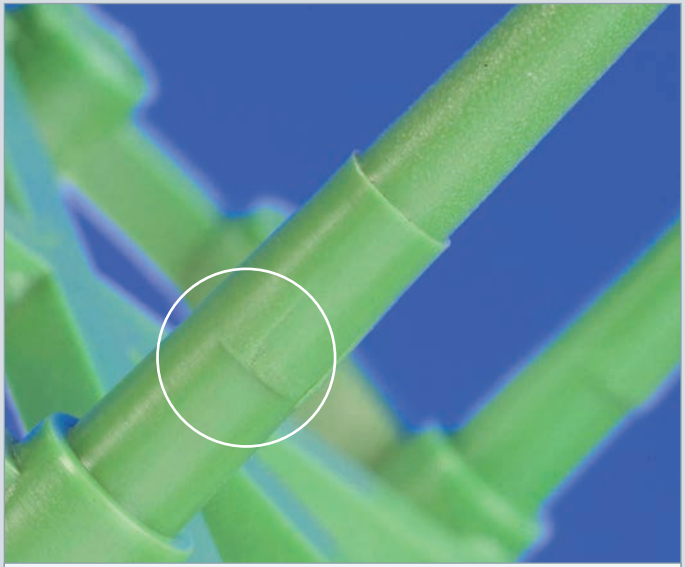
Das Kunststoffteil wird durch zu hohe oder ungünstig angreifende Kräfte beim Ausstoßen verformt. Auf der Oberfläche des Formteils zeichnen sich die Auswerfer nach der Entformung deutlich als Vertiefungen bzw. Erhebungen, durch Glanzunterschiede oder weißliche Verfärbungen (Weißbruch) ab. Infolge von Entformungsproblemen kann es zu Rissen, Brüchen oder Überdehnungen des Materials kommen.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Das Formteil und/oder das Angusssystem weisen Hinterschneidungen oder Kratzer und Riefen auf.	• Die Hinterschneidungen reduzieren. • Die Oberflächenqualität des Werkzeugs verbessern und in Entformungsrichtung polieren.
Das Entformungssystem weist zu wenig oder falsch platzierte Auswerferstifte bzw. zu kleine Flächen der Stifte auf.	• Die Geometrie des Auswerfersystems optimieren.
Die Entformungsschrägen sind zu klein gewählt bzw. die verwendete Oberflächenstruktur passt nicht zur Entformungsschräge.	• Die Entformungsschrägen vergrößern.
Das Werkzeug wird während des Formfüllvorgangs durch einen zu hohen Nachdruck überladen.	• Den Umschaltpunkt so optimieren, dass kurz vor Erreichen der volumetrischen Formfüllung (Füllgrad ca. 98 %) auf Nachdruck umgeschaltet wird. • Den Nachdruck reduzieren, ggf. ein abnehmendes Nachdruckprofil einstellen.
Wegen zu hoher Schwindung schrumpft das Material zu stark auf dem Kern auf und erschwert so die Entformung.	• Den Nachdruck schrittweise erhöhen, ggf. ein Nachdruckprofil verwenden.
Die Kühlzeit ist zu kurz gewählt.	• Die Kühlzeit verlängern.
Eine zu geringe Werkzeugtemperatur ist eingestellt.	• Die Werkzeugtemperatur erhöhen.
Beim Entformen entsteht zwischen Formteil und Werkzeugoberfläche ein Vakuum.	• Die Belüftung der Werkzeugeinsätze verbessern, indem Spalte, Trennfugen oder spezielle Einsätze in das Werkzeug eingearbeitet werden, über die Luft zwischen Formteil und Werkzeug strömen kann.

Zurück zur Übersicht



Auswerfermarkierungen wegen zu kurzer Kühlzeit



Der Anguss bleibt wegen einer Hinterschneidung im Gesenk hängen.

Zurück zur Übersicht

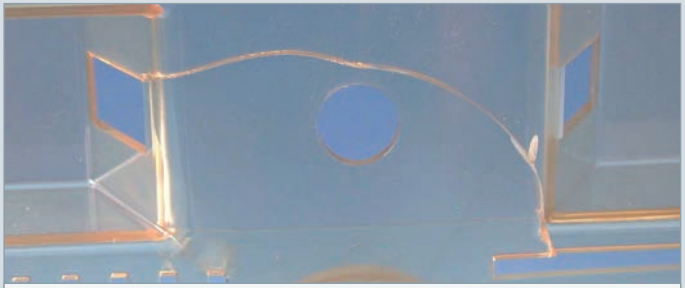


Auswerfer durchstossen das Formteil aufgrund einer zu kurzen Kühlzeit.

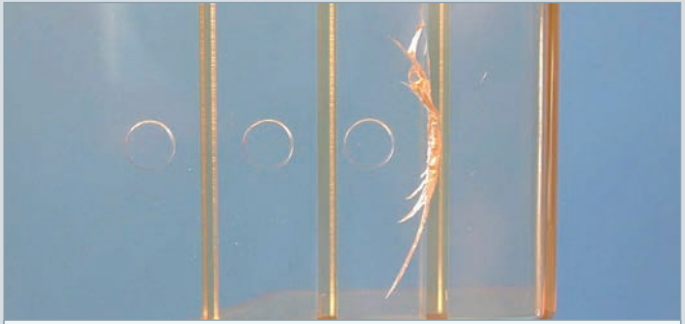


Entformungsprobleme verursacht durch Überladung (zu hoher Nachdruck)

Zurück zur Übersicht

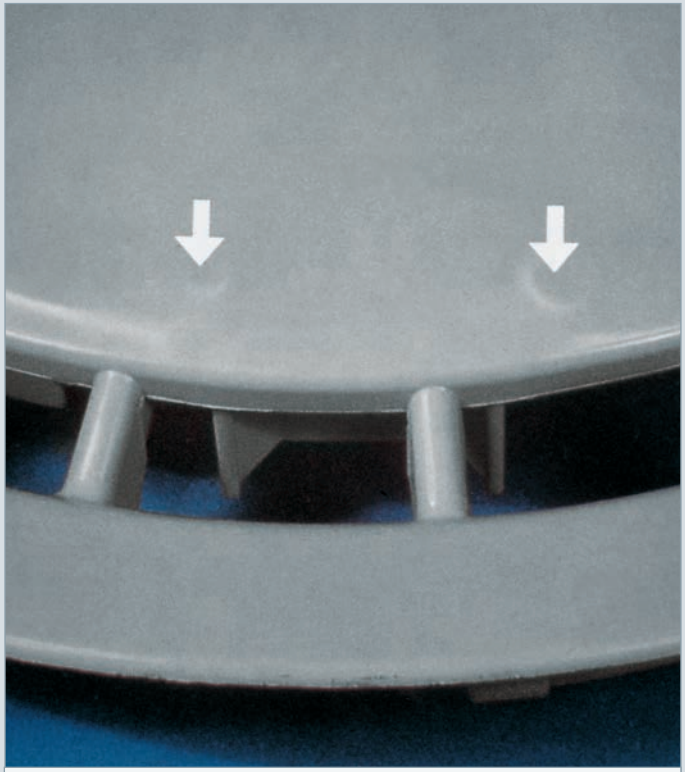


Scharfkantige Ecke



Rippe ohne Entformungsschräge, asymmetrische Anordnung der Auswerfer

Risse bei der Entformung von Formteilen aus Ultrason®



Auswerfermarkierungen – Abhilfe durch Vergrößerung der Auswerferfläche

Zurück zur Übersicht

Beschreibung

Ausgehend vom Anschnitt zeigt sich an der Oberfläche des Kunststoff-Formteils ein schlangenförmiger, oft rauher oder matter Massestrang. Dieser entsteht, wenn aufgrund einer sehr hohen Fließgeschwindigkeit beim Übergang in einen großen Querschnitt kein Wandkontakt mehr gegeben ist, wie er für einen Quellfluss notwendig wäre. Stattdessen tritt die Polymerschmelze als Strahl in den freien Hohlraum ein, wobei zufällige Berührungen der Werkzeugwand (kurzzeitige Anhaftung) zu einer Auffaltung führen. Durch die Abkühlung der Strangoberfläche verbindet sich diese nicht mehr richtig mit der nachfolgenden Schmelze, was neben der optischen Beeinträchtigung auch zu einer reduzierten Festigkeit führen kann.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Die Lage des Anschnitts ist falsch gewählt. Die Anschnittgestaltung ist ungeeignet.	• Die Anschnittposition so verlegen, dass die austretende Polymerschmelze direkt nach dem Anschnitt auf ein Hindernis trifft. • Den Anschnittquerschnitt vergrößern. • Den Übergang zwischen Anschnitt und Formteil abrunden.
Ungünstige Prozessbedingungen beim Füllvorgang.	• Die Einspritzgeschwindigkeit reduzieren. • Die Schmelzetemperatur erhöhen.
Das Formteil ist nicht kunststoffgerecht konstruiert (z. B. Wanddickensprünge entlang des Fließwegs).	• Das Formteil so optimieren, dass abrupte Wanddickensprünge vermieden werden.

Zurück zur Übersicht



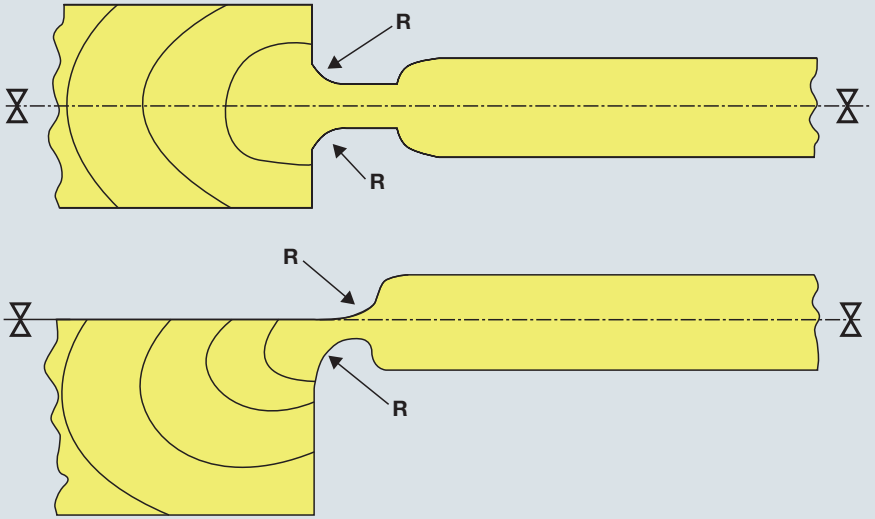
Freistrahl aufgrund ungünstiger Anschnittposition



Zurück zur Übersicht



Freistrahl an einer Hülse verursacht durch eine dreifach Anbindung über Punktanschnitt

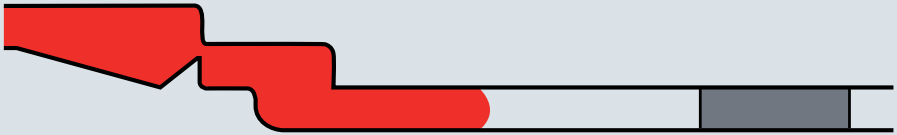


Den Übergang vom Anschnitt zum Formteil mit Radien versehen

Zurück zur Übersicht

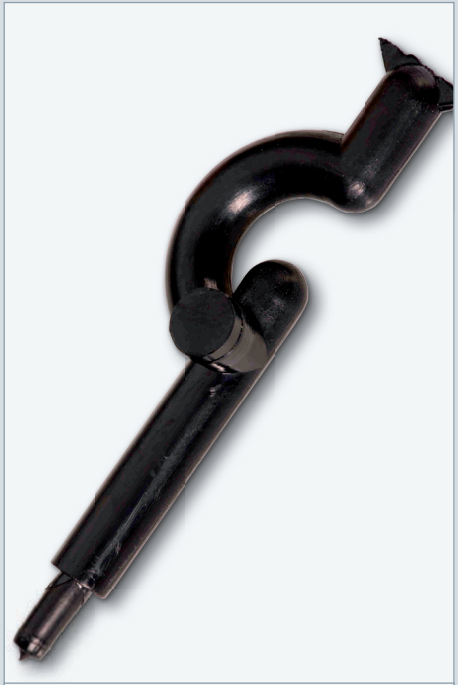


ungünstig



günstig

Anschnittsgestaltung



Schmelzeumlenkung zur Vermeidung von Freistahl (Anspritzung über Trennebene)

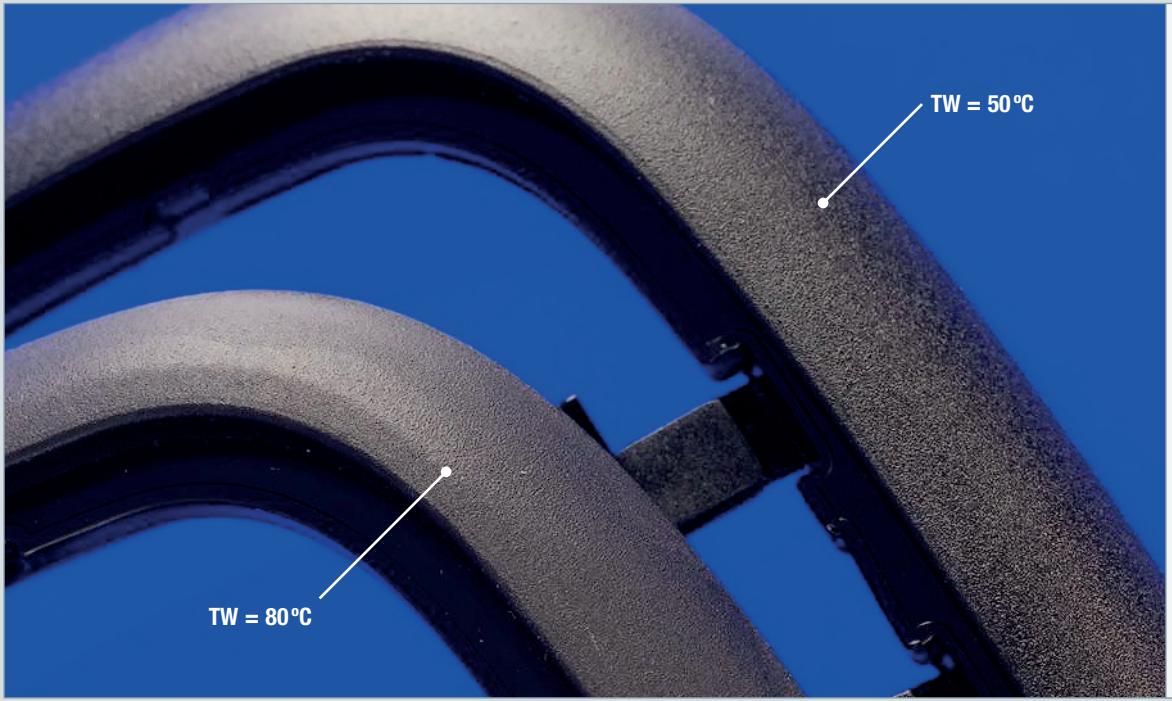
Zurück zur Übersicht

Beschreibung

Die Oberfläche des Kunststoff-Formteils weist an verschiedenen Stellen einen unterschiedlich starken Glanz auf, obwohl die Kavität einheitlich strukturiert ist; der Glanz ist insgesamt zu stark oder zu schwach. Generell hängt die Stärke des Glanzes davon ab, wie genau die Oberfläche der Kavität abgeformt wird. Bei strukturierten Werkzeugoberflächen führt eine gute Abformung meist zu einem matteren Teil, da die Lichtstrahlen an den vielen schroffen Unebenheiten diffus, d. h. ungerichtet reflektiert werden. Bei polierten Werkzeugoberflächen bewirkt eine gute Abformung dagegen meist einen höheren Glanz.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Durch Masseanhäufungen bedingt durch Wanddickensprünge, Rippen oder Befestigungsdome entstehen Einfallstellen, die zu Glanzunterschieden führen.	• Masseanhäufungen und Wanddickensprünge vermeiden; das Formteil möglichst im Bereich der größten Wanddicke anbinden.
Im Bereich von Bindenähten sind Glanzunterschiede erkennbar, z. B. aufgrund veränderter Schmelzeorientierung und veränderten Strömungsverhältnissen.	• Überprüfen, ob die Bindenähte durch eine Veränderung der Anschnittposition oder mit Fließhilfen bzw. Fließbremsen an Stellen verlegt werden können, wo sie nicht stören; hilfreich ist hier eine Füllsimulation.
Die Werkzeugwandtemperatur, Schmelzetemperatur und Einspritzgeschwindigkeit sowie die Umschaltung auf Nachdruck sind ungünstig gewählt.	• Die Werkzeugtemperatur erhöhen. • Die Schmelzetemperatur erhöhen. • Die Einspritzgeschwindigkeit optimieren. • Den Umschaltpunkt so optimieren, dass kurz vor Erreichen der volumetrischen Formfüllung (Füllgrad ca. 98 %) auf Nachdruck umgeschaltet wird.
Die Nachdruckhöhe und Nachdruckzeit sind unzureichend bemessen.	• Den Nachdruck erhöhen. • Die Nachdruckzeit überprüfen. Der Nachdruck sollte bis zum Einfrieren des Anschnitts gehalten werden. Die notwendige Nachdruckzeit kann z. B. über eine Gewichtsmessung des Teils ermittelt werden (schrittweise Erhöhung der Nachdruckzeit, bis keine Gewichtszunahme mehr auftritt).
Die Homogenität der Schmelze ist z. B. aufgrund ungünstiger Verarbeitungsbedingungen unzureichend.	• Den Staudruck und/oder die Schneckendrehzahl erhöhen. • Eine Schnecke mit Mischteil verwenden. • Eine flachgeschnittene Schnecke einsetzen. • Eine Spritzeinheit mit größerem Schneckendurchmesser montieren.

Zurück zur Übersicht



Einfluss der Werkzeugtemperatur (TW) auf den Glanz (glasfaser-verstärktes Ultramid®)

Zurück zur Übersicht

09 GRAT (SCHWIMMHAUT)

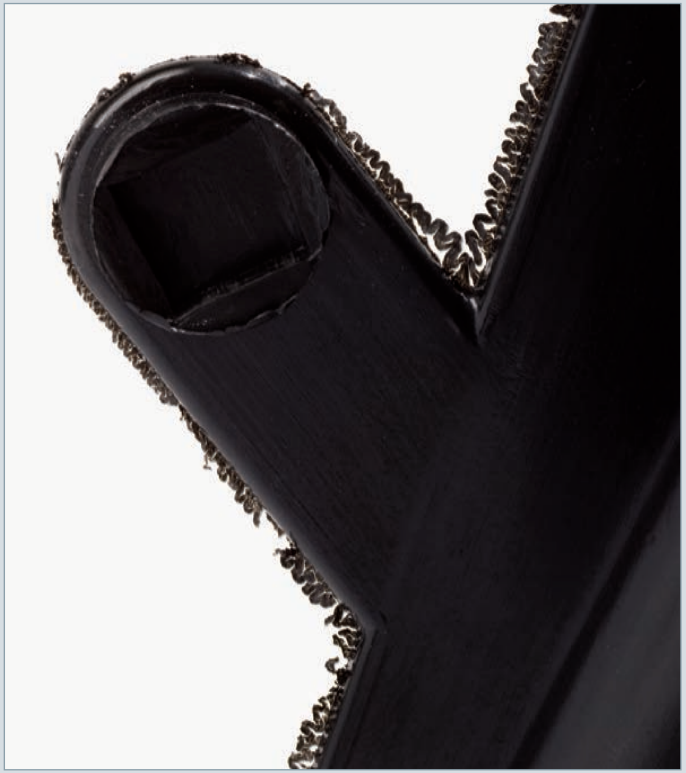
Beschreibung
Unter Grat versteht man einen feinen Überstand am Kunststoff-Formteil. Größere Überstände werden Schwimmhäute genannt. Grate und Schwimmhäute entstehen, wenn die Thermoplastschmelze in Spalte und Fugen eindringt, die sich in den Trennebenen des Werkzeugs befinden.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Die Schließkraft der Maschine ist zu niedrig eingestellt oder die Schließkraft der gewählten Maschine ist unzureichend.	• Die Schließkraft erhöhen. • Eine Maschine mit höherer Schließkraft einsetzen.
Die Passungstoleranz der beiden Werkzeughälften zueinander oder von Schiebern im Werkzeug ist zu groß.	• Die Passungstoleranzen der betroffenen Werkzeugpartien anpassen.
Die Dichtflächen in der Werkzeugtrennebene sind beschädigt.	• Die vorhandenen Beschädigungen in der Trennebene beseitigen.
Der Werkzeuginnendruck während der Füll- und Nachdruckphase ist zu hoch.	• Die Temperatur der Thermoplastschmelze erhöhen. • Früher von Spritzdruck auf Nachdruck umschalten. • Die Einspritzgeschwindigkeit besonders am Ende der Formfüllung reduzieren.
Wegen einer zu hoch gewählten Schmelzetemperatur oder wegen Materialabbaus ist die Viskosität der Thermoplastschmelze zu gering. Der Materialabbau kann durch eine zu hohe Schmelzetemperatur, eine zu lange Verweilzeit oder bei der Verarbeitung von feuchtem Material entstehen.	• Die Schmelzetemperatur absenken. • Die Verweilzeit der Schmelze in der Plastifiziereinheit und im Heißkanal reduzieren. • Das Granulat trocknen.
Die Steifigkeit des Spritzgießwerkzeugs ist zu gering und beim Formfüllvorgang tritt eine zu hohe Werkzeugverformung auf.	• Die Steifigkeit des Werkzeugs erhöhen.

Zurück zur Übersicht







Grat und Schwimmhaut

Zurück zur Übersicht

10 KALTER PFROPFEN

Beschreibung

Aufgrund ungünstiger Temperaturverhältnisse erstarren Teile der Kunststoffschmelze bereits vor der Formfüllung in der Maschinendüse oder im Heißkanal und gelangen beim nächsten Einspritzvorgang in die Kavität. Erkennbar wird dies besonders bei dünnwandigen oder transparenten Teilen an meist angussnahen Markierungen in Form eines Kometenschweifs oder durch lokal konzentrierte Schlieren. Falls der Pfropfen nicht aufschmilzt, kann er den Fließquerschnitt so verschließen, dass sich die Schmelze aufteilen muss und eine Bindenaht entsteht. Im Extremfall kann ein kalter Pfropfen den Anschnitt verschließen, so dass eine vollständige Formfüllung der Kavität verhindert wird. Verschweißt der kalte Pfropfen nicht richtig mit der restlichen Schmelze, werden zudem die mechanischen Eigenschaften verschlechtert.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Die Temperatur der Maschinendüse ist zu gering.	• Die Düsentemperatur anheben.
Die Maschinendüse ist unbeheizt oder die Leistung der Heizbänder ist zu gering.	• Die Maschinendüse beheizen. • Die Leistung der Heizbänder erhöhen bzw. mehrere Heizbänder auf der Maschinendüse installieren.
Material läuft aus der Maschinendüse oder dem Heißkanal aus, erkaltet und wird beim nächsten Schuss in die Kavität gespritzt.	• Nach dem Plastifizieren die Schmelze durch Schneckenrückzug dekomprimieren. • Den Staudruck reduzieren. • Die Temperatur der Maschinendüse absenken. • Ein Nadelverschlusssystem für die Maschinen- oder Heißkanaldüse verwenden.
Die Bohrung der Maschinendüse hat keine Entformungsschräge.	• Die Bohrung der Maschinendüse mit einer Entformungsschräge versehen.
Die Spitze des Tunnelanschnitts reißt beim Entformen ab und gelangt beim nächsten Schuss in die Kavität.	• Die Anschnittgeometrie materialgerecht auslegen. • Keinen Tunnelanschnitt bei spröden Formmassen verwenden.

Zurück zur Übersicht

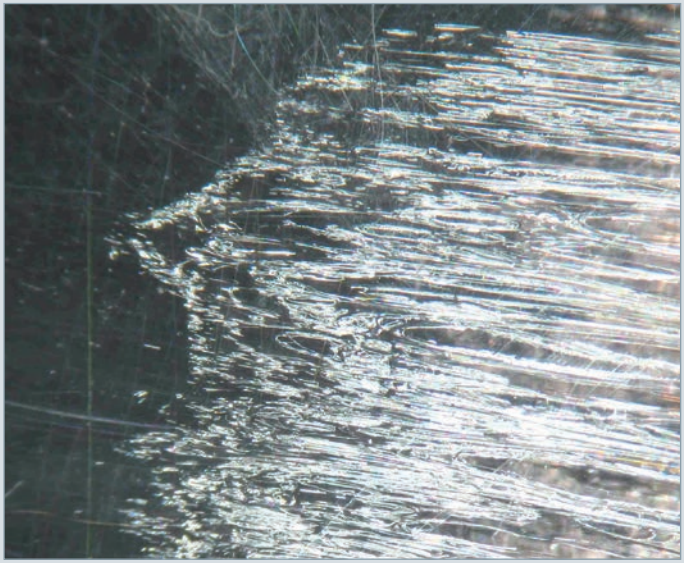


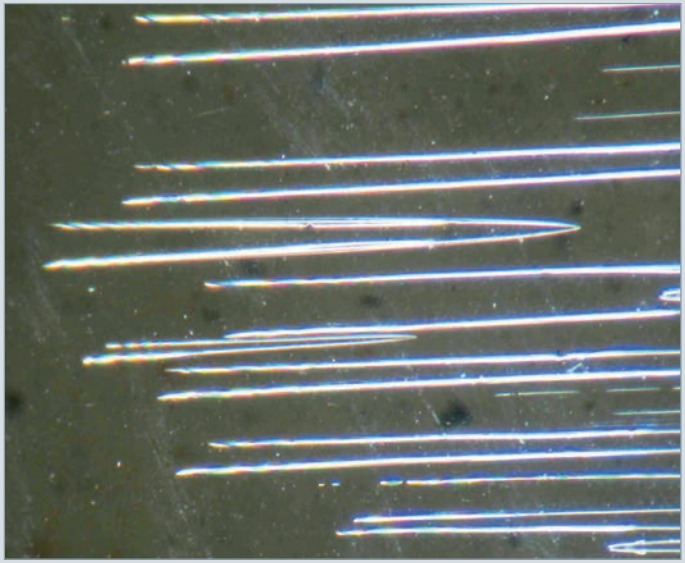
Erkalteter, abgerissener Düsenzapfen bei direkter Anbindung eines Deckels über Stangenanguss (glasfaser-verstärktes Ultradur®)



Kalter Pfropfen in einem Formteil aus glasfaser-verstärktem Ultramid®

Zurück zur Übersicht





Schlieren bei Ultrason® verursacht durch einen kalten Pfropfen

Zurück zur Übersicht



Oberflächenfehler verursacht durch einen abgerissenen Anschnitt (unverstärktes Ultradur)



Pfropfenfänger in einem Anguss mit Umlenkung zur Vermeidung von Freistahl (Anspritzung über Trennebene)

Zurück zur Übersicht

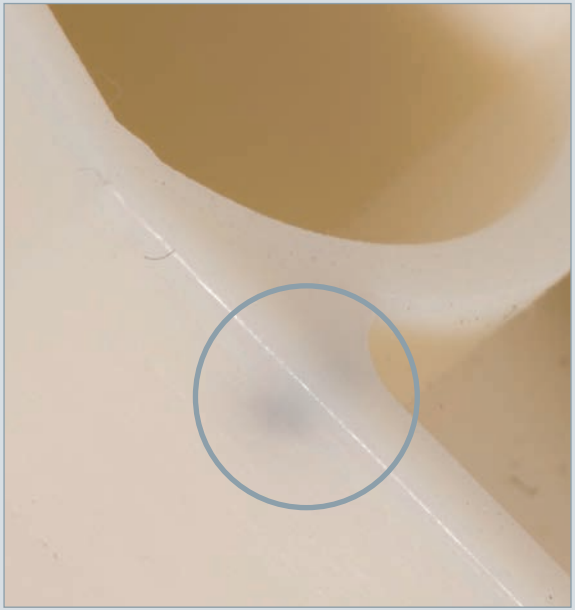
11 LUFTEINSCHLUSS

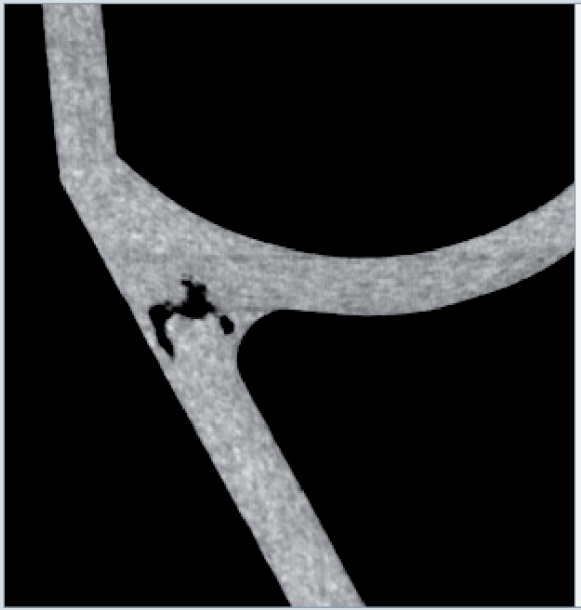
Beschreibung

Je nach Ursache des Lufteinschlusses kann der Fehler unterschiedlich aussehen. Wird die Luft von Polymerschmelze umflossen, reicht das Fehlerbild von unvollständiger Füllung über Fehlstellen an der Oberfläche bis zu Verbrennungen durch Diesel-Effekt. Wird die Luft von der Thermoplastschmelze in den Werkzeughohlraum eingeschleppt, so entstehen Blasen. Die Blasenstruktur reicht von fein bis grob und lässt häufig die Strömungsrichtung erkennen. Im Gegensatz zu Lunkern können die Blasen wandnah auftreten.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Während der Formfüllung wird Luft aufgrund einer ungünstigen Formteilgestalt und Anbindung eingeschlossen.	• Das Füllbild durch das Einbringen von Fließhilfen und/oder -bremsen verändern. • Die Position der Anschnitte verlegen. (In beiden Fällen empfiehlt sich die Optimierung des Füllbildes mit Hilfe einer Simulationsrechnung.)
Infolge einer zu großen oder zu schnellen Schneckendekompression wird nach der Plastifizierung Luft in die Schmelze, die sich im Schneckenvorraum oder im Heißkanal befindet, eingezogen.	• Den Weg für die Schneckendekompression verkürzen. • Mit reduzierter Schneckenrückzugsgeschwindigkeit dekomprimieren.
Bei der Plastifizierung des Materials wird Luft über die Schnecke eingezogen, da ungünstige Prozessbedingungen herrschen oder eine materialungeeignete Schnecke verwendet wird.	• Den Staudruck bei der Dosierung des Materials erhöhen. • Die Temperatur der Einzugszone absenken. • Überprüfen, ob der maximal zulässige Dosierhub überschritten wird; ggf. Einsatz einer Maschine mit größerer Schnecke. • Verwendung einer Schnecke mit optimiertem Design, z. B. flachgeschnittene Dreizonenschnecke oder Schnecke mit einer kürzeren Einzugszone.

Zurück zur Übersicht

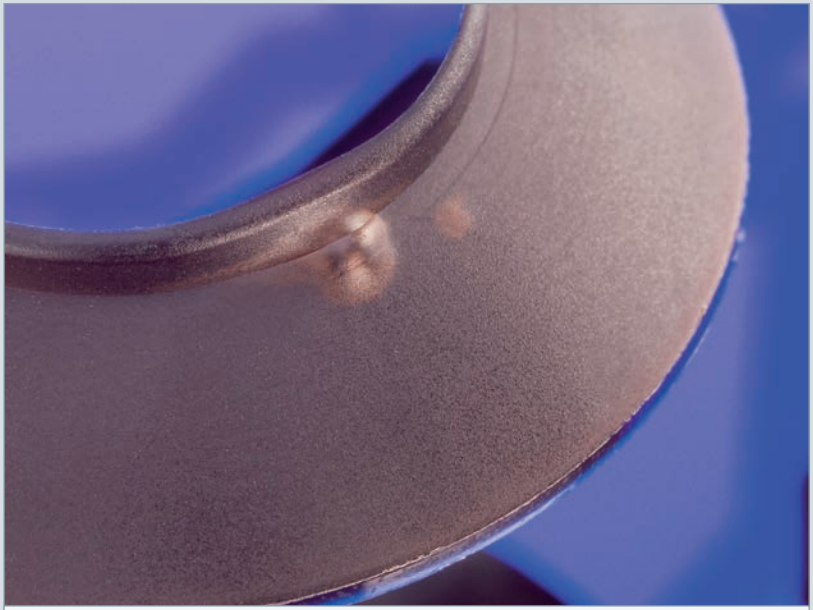




Formteil-Ausschnitt aufgenommen mit 3D-Computertomographie

Eingeschlossene Luft in einem Gehäuse aus glasfaser-verstärktem Ultradur®

Zurück zur Übersicht

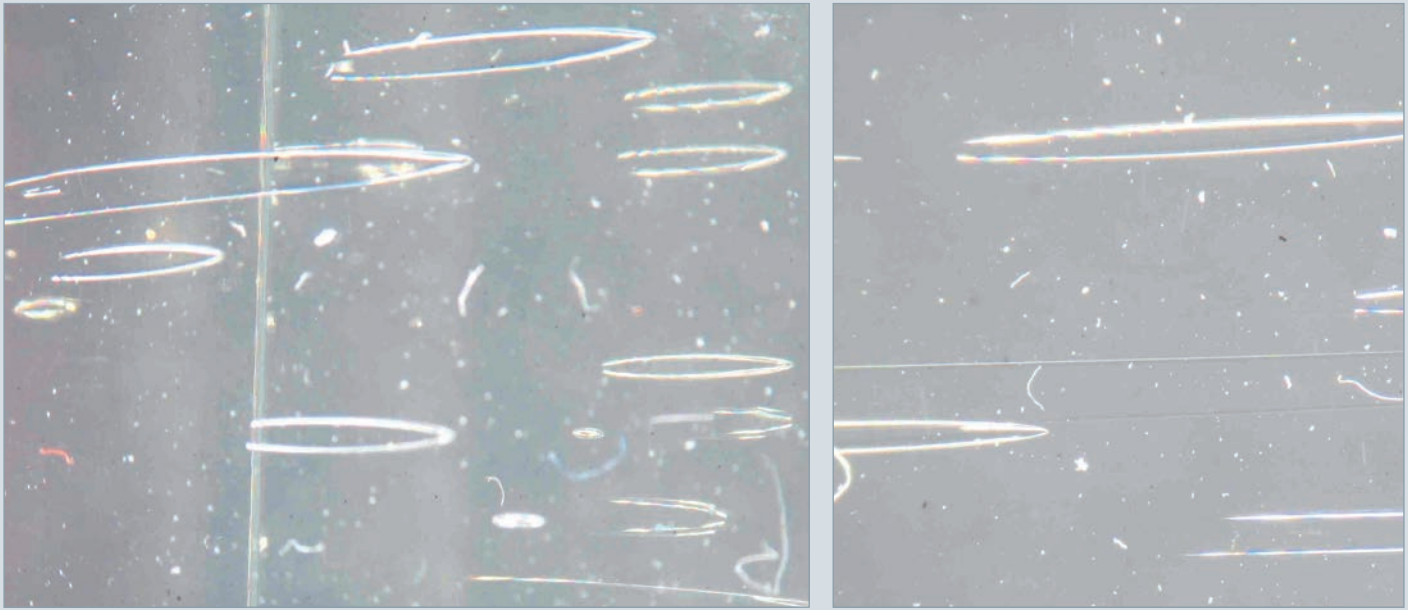


Eingeschlossene Luft wegen Lufteinzugs beim Dosieren (unverstärktes Ultramid®)



Eingeschlossene Luft verursacht durch ungünstige Formteilgestaltung

Zurück zur Übersicht



Schlieren verursacht durch eingezogene Luft (Ultrason®)

Zurück zur Übersicht

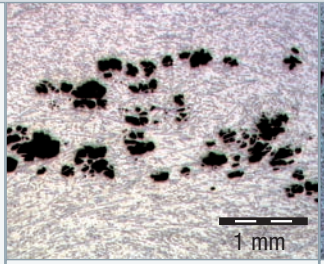
Beschreibung

Innerhalb des Kunststoff-Formteils bilden sich während/nach der Abkühlung mikrozellige bis blasenförmige Hohlräume (Vakuolen). Im Gegensatz zu Gasblasen treten Lunker immer im Bereich der plastischen Seele (üblicherweise der Wandmitte) und in Bereichen von Masseanhäufungen auf. Durch Anbohren unter eingefärbtem Wasser kann festgestellt werden, ob Wasser eindringt (Lunker) oder nicht (Gasblasen). Genauso wie Einfallstellen entstehen auch Lunker in Bereichen hoher Volumenschwindung wegen ungenügender Verdichtung der Masse. Lunker bilden sich anstatt von Einfallstellen, wenn die Randschichten so fest erstarrt sind, dass sie den Kontraktionskräften bei der Abkühlung der Masse nicht mehr nachgeben.

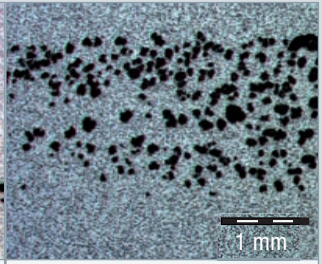
Ursachen	Lösungsvorschläge
Während der Abkühlphase wird die Volumenkontraktion nicht genügend durch Nachdruck ausgeglichen.	• Den Nachdruck erhöhen. • Die Nachdruckzeit verlängern: zunächst wird die Siegelzeit durch Gewichts- oder Druckmessung ermittelt. Ausgehend von einer kurzen Nachdruckzeit wird diese schrittweise erhöht, bis keine Änderung des Gewichts- oder des Forminnendrucks mehr erkennbar ist. Die optimale Nachdruckzeit etwas länger wählen als die Siegelzeit. • Die Schmelzetemperatur reduzieren. • Die Werkzeugtemperatur erhöhen. In diesem Fall die Nachdruckzeit durch Ermittlung des Siegelpunkts optimieren.
Das Formteil ist nicht kunststoffgerecht konstruiert (z. B. Masseanhäufungen vorhanden, Wanddickensprünge entlang des Fließwegs).	• Große Wanddickensprünge und Materialanhäufungen vermeiden, nicht zu große Radien bei Rippen einsetzen; vorteilhaft ist eine Rippendicke vom 0,5-fachen der Grundwanddicke. • Die Wanddicken des Formteil so ändern, dass eine gute Druckübertragung entlang eines jeden Fließwegs gegeben ist. Dünnstellen entlang eines Fließwegs vermeiden.
Es ist kein Massepolster vorhanden.	• Den Dosierweg verlängern und den Umschaltpunkt anpassen. • Die Dichtfunktion der Rückströmsperre überprüfen, ggf. den Sperrring austauschen oder den Plastifizierzylinder regenerieren bzw. austauschen.
In der Maschinendüse und/oder im Angusssystem liegt ein großer Druckverlust vor. Das Formteil ist an einer dünnwandigen Stelle angebunden.	• Die Fließquerschnitte von Angussverteiler und Anschnitt vergrößern. • Das Formteil möglichst im Bereich der größten Wanddicke anbinden bzw. anspritzen.

Zurück zur Übersicht

Schliff, lichtmikroskopische Aufnahmen im Auflicht



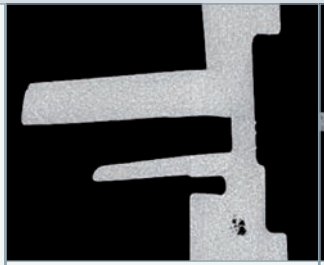
Lunker infolge zu kurzer Nachdruckzeit



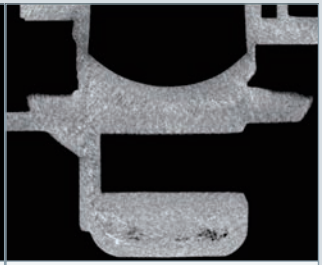
Lunker im Bereich eines Wanddickensprungs

Lunker in Formteilen aus glasfaser-verstärktem Ultramid®

Aufnahmen mit 3D-Computertomographie

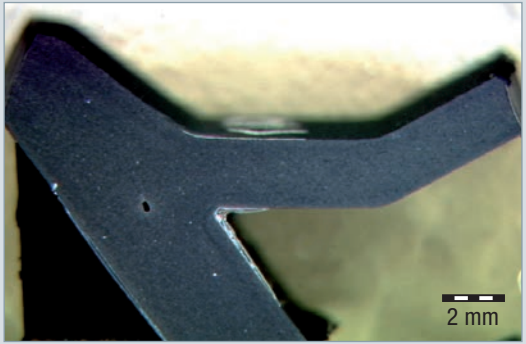


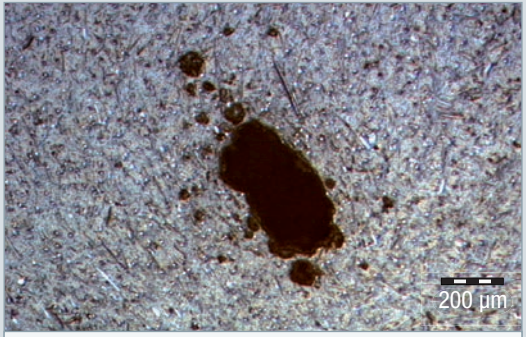
Lagerelement aus Ultraform®



Gehäuse aus glasfaser-verstärktem Ultradur®

Lunker wegen Masseanhäufungen





Detail aus oberem Bild, Schliff, lichtmikroskopische Aufnahme bei Auflicht

Lunker in einer Motorabdeckung aus verstärktem Ultramid wegen Masseanhäufung

Zurück zur Übersicht

Beschreibung

Häufig bilden sich im Bereich von Anschnitten hofartige, matte Flecken, gelegentlich treten diese auch hinter Querschnittsübergängen auf. Die Ursachen sind die hohen Schubspannungen an diesen Stellen sowie die eingeschränkte Wandhaftung des Kunststoffs wegen der Querschnittsübergänge.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Die Einspritzgeschwindigkeit ist zu hoch eingestellt.	• Die Einspritzgeschwindigkeit optimieren, ein gestuftes Profil einstellen (langsam – schnell).
Der Anschnitt ist nicht optimal ausgeführt.	• Den Anschnitt optimieren. Der Anschnitt sollte, soweit möglich, zur Kavität expandierend, gut gerundet und mit ausreichendem Querschnitt gestaltet werden.
Die Temperatur der Schmelze ist zu niedrig eingestellt.	• Die Schmelzetemperatur erhöhen.
Es liegt ein abrupter Querschnittsübergang vor.	• Die Formteilgestalt optimieren; für einen weichen Querschnittsübergang sorgen.
Das Formteil wird an einer ungünstigen Stelle angespritzt.	• Den Anspritzpunkt in einen weniger kritischen Bereich verlegen oder das Formteil über eine separate Lasche, die außerhalb des Sichtbereichs liegt, anspritzen.

Zurück zur Übersicht



Matte Stellen im Bereich eines Filmanschnitts



Matte Stellen wegen eines Querschnittübergangs



Matte Stellen im Bereich des Anschnitts wegen hoher Scherung

Zurück zur Übersicht

14 SCHALLPLATTENEFFEKT

Beschreibung

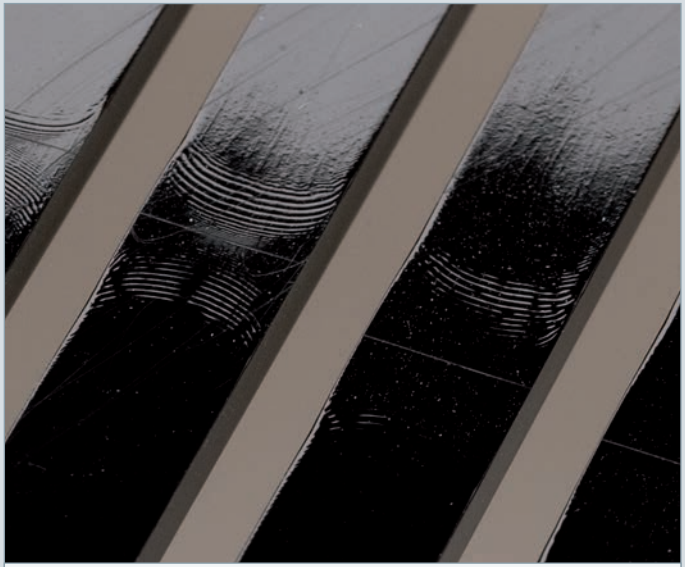
Als Schallplatteneffekt bezeichnet man Markierungen quer zur Fließrichtung der Polymerschmelze, die sich als konzentrische oder parallele Rillenstrukturen auf der Formteiloberfläche ausbilden. Ursache hierfür kann sein, dass sich die ballige Schmelzefront durch eine (evtl. nur zeitweise) verminderte Fließgeschwindigkeit zu sehr abkühlt. Die erstarrte Kunststoff-Randschicht kann dabei so dick werden, dass sie bis in Bereiche der Schmelzefront hineinreicht, die noch nicht an der Werkzeugwand anliegen. Diese Bereiche können dann auch bei fortschreitender Füllung und damit steigendem Druck nicht mehr vollflächig an die Werkzeugwand angepresst werden.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Die Werkzeug- und Schmelzetemperatur sowie die Einspritzgeschwindigkeit sind zu gering eingestellt.	• Die Temperatur der Werkzeugoberfläche erhöhen. • Eine höhere Einspritzgeschwindigkeit einstellen. • Die Schmelzetemperatur anheben.
Das Formteil ist nicht kunststoffgerecht konstruiert (z. B. größere Wanddicken am Fließwegende oder Wanddickensprung).	• Die Geometrie des Formteils optimieren und abrupte Wanddickensprünge vermeiden.
Im Angusssystem tritt ein hoher Druckverlust auf.	• Die Querschnitte des Angusssystems erhöhen.

Zurück zur Übersicht



Schallplatteneffekt wegen zu niedriger Schmelzetemperatur
und geringer Einspritzgeschwindigkeit



Schallplatteneffekt am Fließwegende wegen zu hoher Schmelzeviskosität

Zurück zur Übersicht

Beschreibung

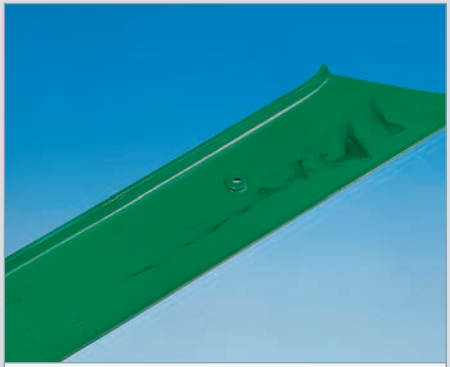
Farbunterschiede an der Oberfläche von Spritzgussteilen werden als Farbschlieren bezeichnet. Sie können großflächig, angussnah, angussfern, häufig in Bereichen von Fließlinien und gelegentlich hinter scharfen Kanten auftreten. Ursache ist eine ungleichmäßige Verteilung der Pigmente (eingebracht als Masterbatch, Farbpulver oder Flüssigfarbe). Dadurch können sich Zusammenballungen bzw. Anhäufungen von Pigmenten bilden (Agglomerate).

Ursachen	Lösungsvorschläge
Beim Selbsteinfärben	
Ungünstige Verarbeitungsbedingungen gewählt.	• Den Staudruck erhöhen. • Die Schneckendrehzahl absenken. • Die Schmelzetemperatur erhöhen.
Die gewählte Plastifiziereinheit ist wegen unzureichender Dispergierwirkung für das Selbsteinfärben ungeeignet.	• Eine Plastifizierung mit einer längeren Schnecke einsetzen. • Eine Plastifizierung unter Verwendung von Mischteilen montieren. In der Praxis hat sich der BASF-Mischer für das Selbsteinfärben bewährt. • Eine flachgeschnittene Schnecke anstelle einer Standard-Schnecke einsetzen. Mit flachgeschnittenen Schnecken kann ein schonenderes Aufschmelzen verbunden mit höherer Schmelzehomogenität erzielt werden.
Verarbeitung von eingefärbten Materialien	
Die Farbpigmente werden infolge einer zu hohen thermischen und/oder mechanischen Belastung beim Plastifizieren oder Füllvorgang geschädigt.	• Die Schmelzetemperatur überprüfen und ggf. absenken. • Eine reduzierte Einspritzgeschwindigkeit wählen. • Die Schneckendrehzahl und den Staudruck reduzieren.
In der Plastifizierung und/oder im Heißkanal befindet sich Fremdmaterial in den „toten“ Ecken.	• Die Plastifizierung und den Heißkanal sorgfältig reinigen.

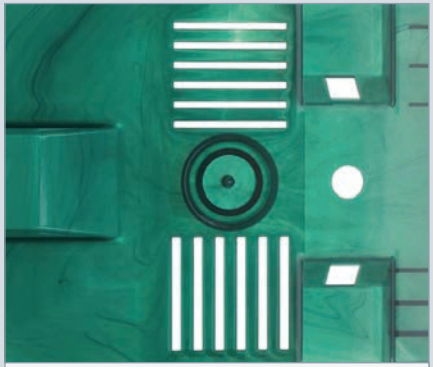
Zurück zur Übersicht



Farbschlieren durch Verwendung eines ungeeigneten Masterbatches



Farbschlieren infolge Verunreinigung im Heißkanal



Farbschlieren bei Einsatz einer ungeeigneten Schneckengeometrie

Vermeidung von Farbschlieren durch Verwendung von Mischteilen

Ultraform® N2320 003
+ 0,5 % Batch blau



Ringrückströmsperre



BASF-Mischer



BASF-Mischer

Zurück zur Übersicht

Beschreibung
Feuchtigkeitsschlieren sind auffällige, meist langgezogene, parabelförmige Schlieren, die an Formteiloberflächen auftreten. Sie weisen mit ihrer Spitze stets in Fließrichtung. Schmelze, die aus der Maschinendüse austritt, schäumt auf und zeigt Blasen.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Das Material weist eine zu hohe Restfeuchte auf. Beim Aufschmelzen entstehen Wasserdampfblasen, die beim Füllen der Form aufplatzen und sich auf die Oberfläche des Formteils legen.	• Die Feuchtigkeit des Granulats messen; ggf. das Material auf einen Wert trocknen, der kleiner ist als der für das Produkt angegebene Grenzwert.
Das mit Wasser temperierte Werkzeug weist eine Undichtigkeit im Werkzeug auf.	• Das Temperiersystem des Werkzeugs kontrollieren und an vorhandenen Leckagestellen abdichten.
Die Temperatur im Bereich der Trichtertemperierung ist zu niedrig eingestellt; es bildet sich Kondenswasser.	• Die Zylindertemperatur unterhalb des Trichters erhöhen.

Zurück zur Übersicht





Feuchtigkeits-schlieren bei Ultrason®

feuchtes Granulat

Verarbeitung von feuchtem Ultradur® (ausgespritzer Schmelzeku-chen)



trockenes Granulat (Feuchte 0,01 %)

feuchtes Granulat (Feuchte 0,12 %), Schmelzekuchen mit Blasen



getrocknetes Granulat

Zurück zur Übersicht

Beschreibung
Schlieren bei Materialien mit Glasfaser- oder Mineralverstärkung können sich als rauhe, fleckige und unregelmäßige Oberflächenbereiche zeigen, aber auch als regelmäßige Oberflächenstörungen, deren Gestalt teilweise der Form der Fließfront in diesem Bereich des Formteils entspricht. Abhängig vom Lichteinfall entsteht ein matter bis metallisch glänzender Eindruck. Solche Schlieren entstehen vorzugsweise nach Durchbrüchen, Umlenkungen und an Fließnähten.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Die Einspritzgeschwindigkeit ist zu gering.	• Die Einspritzgeschwindigkeit erhöhen; eventuell ist die Einstellung eines gestuften Einspritzprofils sinnvoll.
Die Temperatur der Werkzeugoberfläche ist zu niedrig.	• Die Werkzeugtemperatur erhöhen.
Die Schmelzetemperatur ist nicht ausreichend hoch eingestellt.	• Die Temperatur der Schmelze ggf. auch im Heißkanal anheben.
Im Bereich von Masseanhäufungen, z. B. bei Wanddickensprüngen, Rippen oder Befestigungsdomen, kommt es zu einer veränderten Ausrichtung der Glasfasern.	• Überprüfen, ob Masseanhäufungen und Wanddickensprünge vermieden werden können.

Zurück zur Übersicht

Glasfaser-schlieren – Einfluss durch das Produkt



glasfaser-verstärktes PA



glasfaser-verstärktes Ultramid® High Speed

Zurück zur Übersicht

Glasfaser-schlieren – Einfluss durch das Produkt

glasfaser-verstärktes PA



glasfaser-verstärktes Ultramid Surface Improved (SI)





Glasfaserschlieren wegen niedriger Werkzeugtemperatur (glasfaser-verstärktes Ultramid)

Zurück zur Übersicht

Schlieren an einem Formteil aus mineral-verstärktem Ultramid – Optimierung der Verarbeitungs-bedingungen

TM = Schmelzetemperatur

vE = Einspritzgeschwindigkeit



TM = 260 °C, vE = gering



TM = 280 °C, vE = hoch

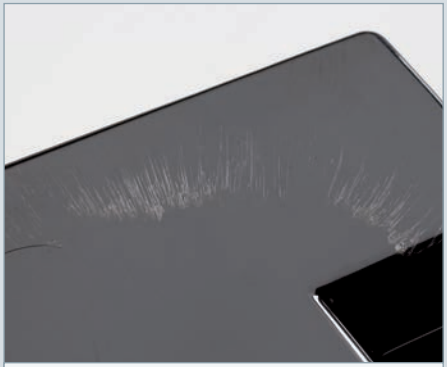
Zurück zur Übersicht

Beschreibung

Verbrennungsschlieren sind als silberne, hellbraune bis tiefdunkle Verfärbungen an der Formteiloberfläche sichtbar. Ursache ist eine starke thermische Schädigung der Polymerschmelze. Die frei werdenden gasförmigen Anteile bilden Blasen, die während der Einspritzphase an die Oberfläche des Formteils gelangen. Verbrennungsschlieren können sowohl räumlich auf den Anschnittbereich begrenzt als auch unregelmäßig auf der Formteiloberfläche auftreten. Das Aussehen der Schlieren erlaubt eine erste Zuordnung der Art der Schädigung. Hellbraune bis tiefdunkle Verfärbungen weisen oft auf eine starke thermische Schädigung der Kunststoffschmelze durch Oxidation oder Zersetzung hin. Silberne Schlieren resultieren üblicherweise aus einer zu starken Friktion, die meist örtlich begrenzt auftritt, z. B. bei engen Fließkanalquerschnitten.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Die Schmelze wird durch eine zu hohe Temperatur geschädigt.	• Messen der Schmelzetemperatur und überprüfen, ob diese innerhalb des zulässigen Verarbeitungsfensters liegt, ggf. die Temperatur der Schmelze im Plastifizieraggregat und/oder Heißkanal absenken. • Die Schneckendrehzahl und/oder den Staudruck reduzieren.
Die Schmelze wird durch eine zu lange Verweilzeit geschädigt.	• Überprüfen, ob ein Maschinenstillstand vorgelegen hat. • Die Verweilzeit im Plastifizieraggregat überprüfen, ggf. auf ein kleineres Aggregat wechseln oder eine flachgeschnittene Schnecke einsetzen. • Die Verweilzeit im Heißkanal reduzieren, z. B. durch eine kürzere Zykluszeit oder durch Reduzierung der Fließkanalquerschnitte.
Die Schlieren entstehen infolge hoher Scherung während des Formfüllvorgangs.	• Die Einspritzgeschwindigkeit optimieren. • Die Fließkanalquerschnitte von Anguss, Anschnitt und ggf. vom Heißkanalsystem überprüfen und vergrößern.

Zurück zur Übersicht



Verbrennungsschlieren infolge thermischer Zersetzung



Verbrennungsschlieren aufgrund hoher Scherung im Angusssystem

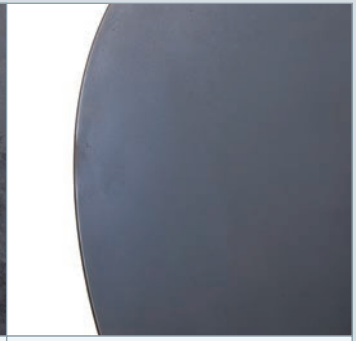


Thermisch verursachte Schlieren

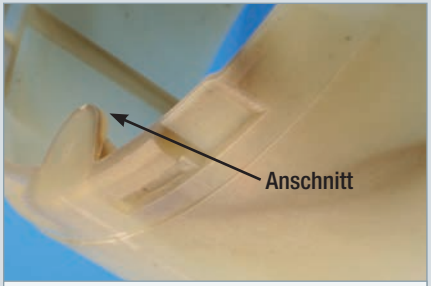
Verbrennungsschlieren wegen Überschreitens der Höchstgrenze für die Schmelzetemperatur bei Ultramid® T



TM = 340 °C



TM = 320 °C



Verbrennungsschlieren verursacht durch zu hohe Scherung im Anschnitt (glasfaserverstärktes Ultrason®)

Zurück zur Übersicht

Beschreibung
Unter Tiger Lines versteht man das alternierende Auftreten von glänzenden und matten Stellen an der Formteiloberfläche quer zur Fließrichtung. Sie erinnern an die Musterung eines Tigerfells und entstehen durch einen pulsierenden Schmelzefluss, der besonders bei thermoplastischen Mehrphasensystemen (Blends) auftritt.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Die Querschnitte von Anguss, Verteiler und den Anschnitten sind zu klein bemessen.	• Die Querschnitte des Angusssystems erhöhen.
Der Querschnitt der Maschinendüse wurde zu klein gewählt.	• Eine Maschinendüse mit vergrößertem Bohrungsdurchmesser montieren.
Die Wanddicke des Formteils ist zu gering.	• Überprüfen, ob eine Wanddickenerhöhung des Formteils möglich ist.
Entlang des Fließwegs liegt ein großer Druckverlust vor.	• Die Temperatur der Schmelze erhöhen.

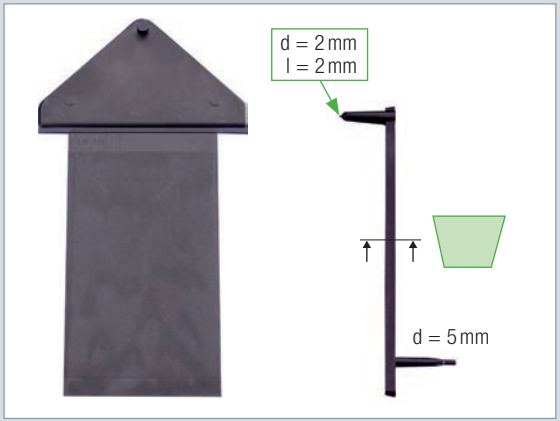
Zurück zur Übersicht

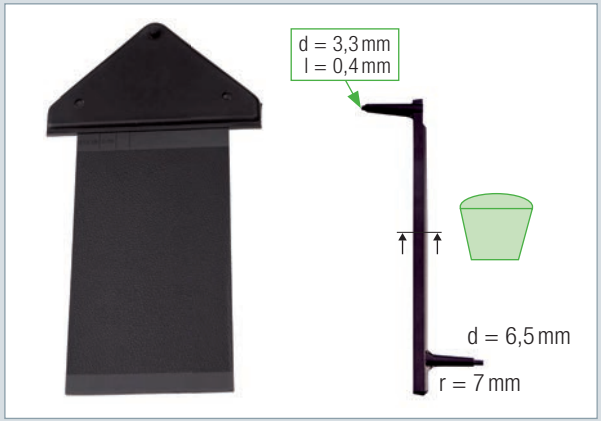


Schubmarkierungen aufgrund eines zu kleinen Anschnitts (glasfaser-verstärktes Ultramid®)



Schubmarkierungen verursacht durch ungünstige Verarbeitungsbedingungen (Ultraform®)





Verbesserte Formteiloberfläche durch optimiertes Angusssystem mit reduziertem Druckverlust

Zurück zur Übersicht

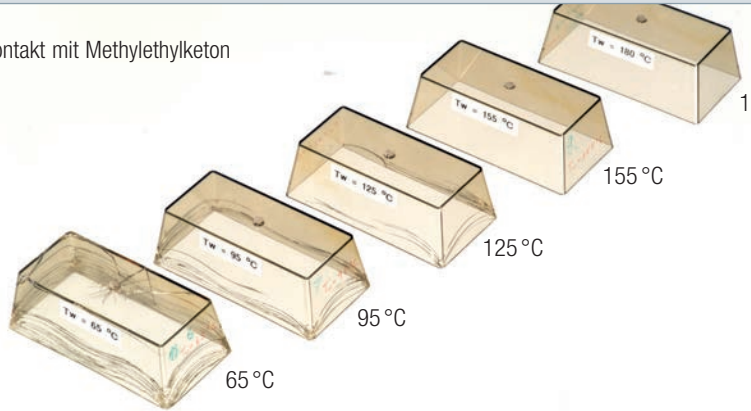
Beschreibung

Spannungsrisse sind äußere oder innere Risse, die durch Spannungen verursacht werden, die kleiner als die Bruchspannung sind. Für die Bildung von Spannungsrissen sind u.a. lokale Eigenspannungen verantwortlich. Die Rissbildung wird entweder durch äußere Zugbeanspruchung und/oder unter Einwirkung von aggressiven bzw. rissauslösenden Medien initiiert. Die Höhe der im Spritzgießteil eingebrachten Eigenspannungen wird durch die Verarbeitung beeinflusst. Der Nachweis von fertigungsbedingten Eigenspannungen kann mit Hilfe von rissauslösenden Medien erfolgen.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Das Material wird aufgrund eines zu hohen Nachdrucks oder eines mechanisch zu weichen Werkzeugaufbaus überladen.	• Den Nachdruck reduzieren, ggf. ein abnehmendes Nachdruckprofil einstellen. • Das Werkzeug konstruktiv versteifen.
Die Temperatur des Werkzeugs ist zu niedrig eingestellt.	• Die Werkzeugtemperatur erhöhen.
Risse entstehen bei der Fertigung durch äußere Gewalteinwirkung, z.B. bei einer Zwangsentformung von Hinterschnitten, einer fehlenden Entformungsschräge, einer zu geringen Anzahl an Auswerfern oder einer ungünstigen Position von Auswerfern.	• Den Hinterschnitt reduzieren oder konstruktiv vermeiden. • Die Entformung durch vergrößerte Entformungsschrägen verbessern. • Das Auswerfersystem optimieren.
Das Molekulargewicht des gewählten Produktes ist zu gering; das ist bei Verwendung von rissauslösenden Medien zu berücksichtigen.	• Ein Material mit höherem Molekulargewicht einsetzen.

Zurück zur Übersicht

Nach Kontakt mit Methylethylketon



Verarbeitungsfenster für die Werkzeugtemperatur
140 - 180 °C

Einfluss der Werkzeugtemperatur auf Spannungsrisse (unverstärktes Ultrason®)



Spannungsrissbildung verursacht durch Überladung (zu hoher Nachdruck)



Spannungsrisse wegen zu niedriger Werkzeugtemperatur nach Medienkontakt (Ultrason)

Zurück zur Übersicht

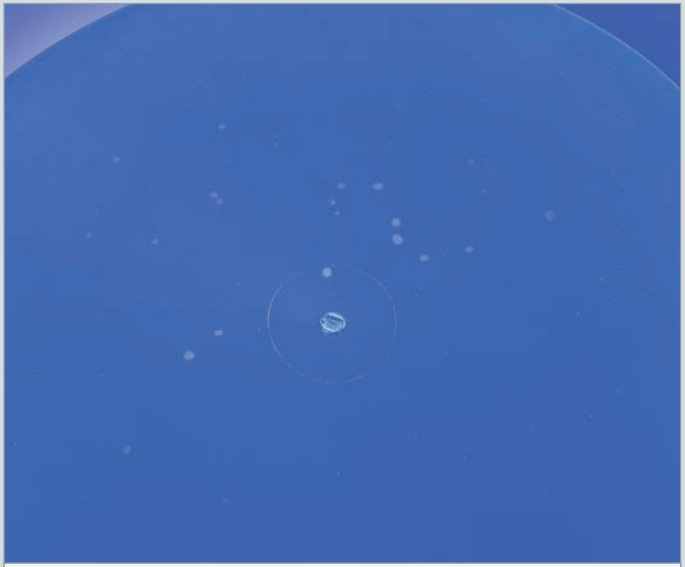
21 UNAUFGESCHMOLZENES GRANULAT

Beschreibung

Unter ungünstigen Plastifizierbedingungen kann bei teilkristallinen Thermoplasten nicht aufgeschmolzenes Granulat in das Formteil gelangen. Bei kleinen Wanddicken zeichnen sich die unaufgeschmolzenen Granulate in Form von Erhebungen auf der Oberfläche ab. Bei unverstärkten, nicht eingefärbten Produkten sind vermeintliche Blasen erkennbar, die eine größere Transparenz aufweisen. Der Fehler zeigt sich bevorzugt in der Nähe vom Anguss.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Ungünstige Plastifizierbedingungen sind eingestellt.	• Ein horizontales Temperaturprofil am Zylinder einstellen (anstelle eines ansteigenden Profils). • Die Schmelzetemperatur erhöhen. • Den Staudruck erhöhen. • Das Granulat vorwärmen.
Die Verweilzeit des Materials im Zylinder ist zu kurz.	• Eine Maschine mit einem größeren Schneckendurchmesser verwenden. • Einen Spritzzylinder mit einer längeren Schnecke einsetzen.
Es ist eine Schnecke mit ungeeigneter Geometrie im Einsatz.	• Eine Schnecke mit materialgerechtem Design verwenden. Positive Erfahrungen gibt es mit flachgeschnittenen Dreizonenschnecken.

Zurück zur Übersicht



Unaufgeschmolzenes Granulat wegen ungeeigneter Schneckengeometrie (Ultraform®)



Unaufgeschmolzenes Granulat in einem Formteil aus Ultraform wegen eines zu großen Dosierhubs

Zurück zur Übersicht

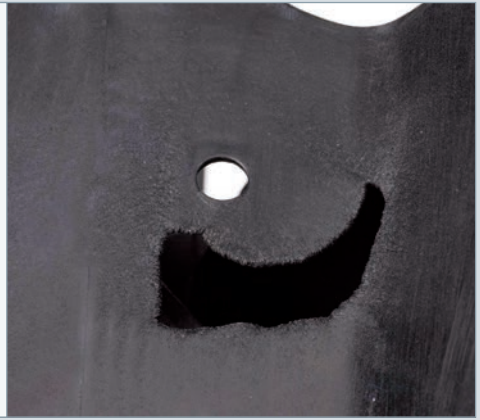
22 UNVOLLSTÄNDIG GEFÜLLTES FORMTEIL

Beschreibung
Das Kunststoff-Formteil ist meist angussfern oder in dünnwandigen Bereichen nicht vollständig ausgebildet, weil das Werkzeug nicht vollständig gefüllt wurde.

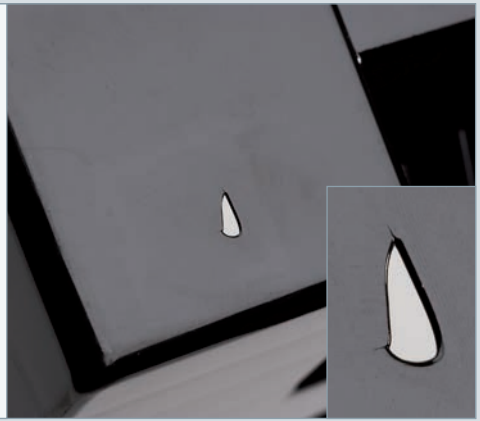
Ursachen	Lösungsvorschläge
Es ist zu wenig Kunststoffschmelze dosiert.	• Das Dosiervolumen erhöhen.
In der Nachdruckphase ist kein Massepolster vorhanden.	• Die Funktion der Rückströmsperre überprüfen.
Die Schmelzetemperatur und/oder Werkzeugtemperatur sind zu niedrig eingestellt.	• Die Schmelzetemperatur der Kunststoffschmelze und/oder Werkzeugtemperatur erhöhen. Zuerst sollte die Schmelzetemperatur angehoben werden, da sie den Fülldruck mehr absenkt als eine vergleichbare Erhöhung der Werkzeugtemperatur und auch die Kühlzeit weniger verlängert.
Die Einspritzgeschwindigkeit ist zu niedrig eingestellt.	• Die Einspritzgeschwindigkeit erhöhen.
Das Werkzeug ist unzureichend entlüftet.	• Die Entlüftung der Kavität verbessern.
Das Angusssystem weist einen zu hohen Druckverlust auf.	• Die Fließquerschnitte von der Maschinendüse, den Angusskanälen und den Anschnitten vergrößern.
Das Formteil ist mit einer zu kleinen Wanddicke ausgelegt bzw. der gewählte Fließweg ist zu lang.	• Die Wanddicke des Formteils vergrößern. • Die Anschnittposition verändern oder die Anzahl der Anschnitte erhöhen.
Angussnah befindet sich ein dünnwandiger Formteilbereich, der bereits während der Formfüllung einfriert.	• Die Anschnittposition so verlegen, dass der dünnwandige Bereich zuletzt gefüllt wird.
Die Fließfähigkeit des gewählten Kunststoffs ist auch nach Optimierung der Verfahrensparameter unzureichend.	• Ein leichter fließendes Material verwenden.

Zurück zur Übersicht

Unvollständig gefülltes Formteil wegen hohen Druckverlusts im Anguss



Unvollständig gefülltes Formteil







Unvollständig gefüllte Formteile

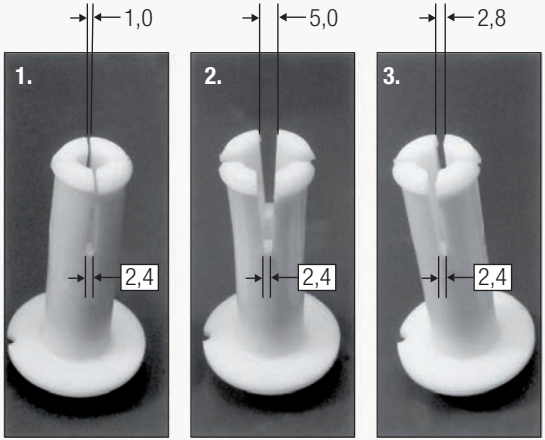
Zurück zur Übersicht

Beschreibung

Das Kunststoff-Formteil weicht von der gewünschten Form ab; es zeigt Verwindungen, Verwerfungen, wellige Flächen und Winkelabweichungen. Die Ursache ist ein unterschiedliches Schwindungsbestreben (Schwindungspotential) verschiedener Formteilbereiche. Die Schwindungsdifferenzen entstehen sowohl durch unterschiedliche Verdichtung der Formteilbereiche als auch durch Orientierungen.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Die Werkzeugtemperaturen sind ungünstig eingestellt.	• Die Werkzeughälften mit unterschiedlichen Temperaturen einstellen; diese Lösung hilft häufig nur bei unverstärkten Thermoplasten.
Das Formteil weist Wanddickenunterschiede auf.	• Die Formteilgestalt optimieren. Wanddickenunterschiede und Masseanhäufungen verringern.
Das Formteil weist ein hohes Druckgefälle entlang des Fließwegs auf.	• Das Formteil mehrfach anbinden (nur bei unverstärkten Thermoplasten empfehlenswert).
Aufgrund einer zu kurz gewählten Kühlzeit wird das Formteil mit einer zu hohen Formteiltemperatur entformt; das Formteil verformt sich nach der Entformung.	• Eine längere Kühlzeit einstellen.
Ein ungünstiger Werkstoff wird eingesetzt.	• Verzugsarme Materialien einsetzen, z. B. Blends mit einer amorphen Phase. Bei solchen Produkten ist der den Verzug auslösende Unterschied zwischen Längs- und Querschwindung geringer.
Bei glasfaser-verstärkten Thermoplasten werden die Glasfasern bevorzugt in Fließrichtung orientiert. Verzug entsteht, wenn sich die Orientierung der Glasfasern von Ort zu Ort ändert. Ursachen sind z. B. Strömungsumlenkungen, Orientierungseffekte am Fließwegende, Bindenähte und Anschnitte.	Mit Hilfe von numerischen Simulationsverfahren läßt sich das Füllverhalten und die Orientierung der Glasfasern vorhersagen. Die folgenden Regeln haben sich bei der Optimierung des Verzugs als vorteilhaft erwiesen: • Das Formteil so anbinden, dass eine einheitliche Fließrichtung (= Orientierungsrichtung) vorliegt. • Längliche Formteile in Längsrichtung anspritzen. Symmetrie bei der Formteilgestaltung anstreben. • Rippen oder Wände quer zur Fließrichtung vermeiden. • Das Fließwegende möglichst in Ecken positionieren. • Möglichst stumpfe Bindenähte anstreben (Festigkeit beachten). • Bindenähte auf freien Stegen vermeiden und nach Möglichkeit in die Ecken legen.

Zurück zur Übersicht

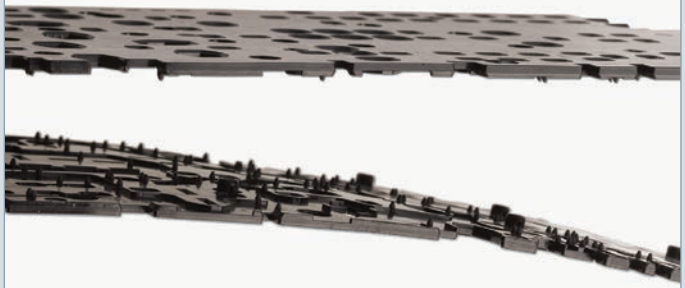


Haltezapfen aus Ultraform®

Einfluss der Werkzeugtemperatur auf den Verzug

Werkzeugtemperatur:

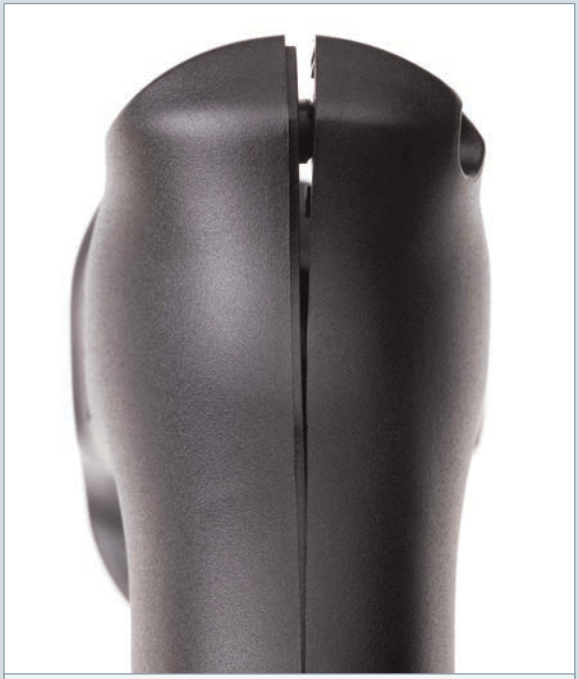
	Gesenk	Kern	Spiel
1.	80 °C	80 °C	- 1,4
2.	80 °C	30 °C	+ 2,6
3.	80 °C	50 °C	+ 0,4



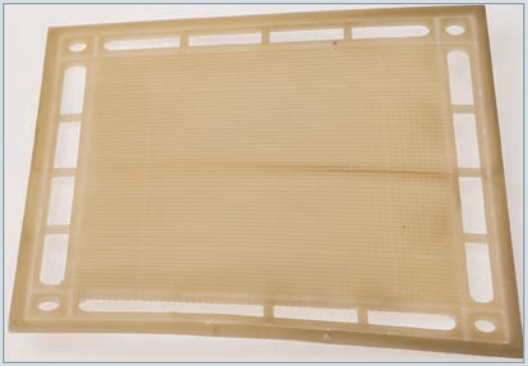
Isolierplatte aus glasfaser-verstärktem Ultradur®

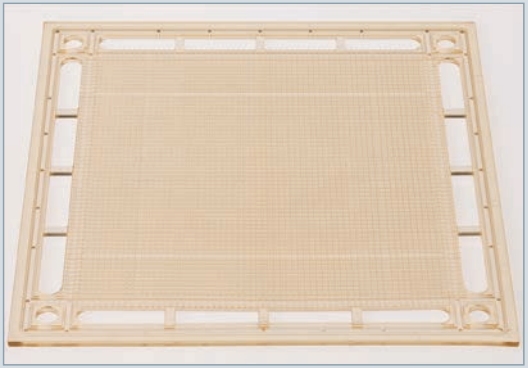
oben: durch Simulation optimierte Formteilgeometrie
unten: Ausgangssituation

Zurück zur Übersicht



Verzug an einem Bohrmaschinengehäuse aus glasfaser-verstärktem Ultramid®



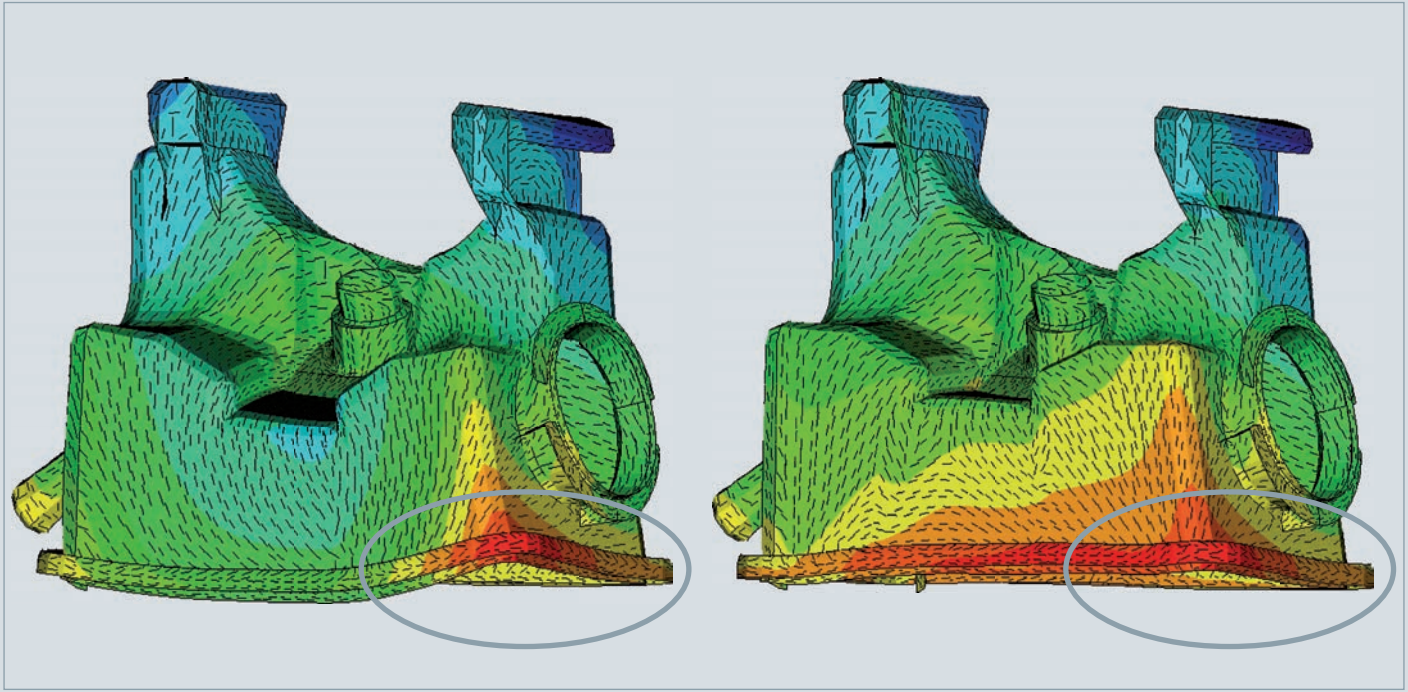


Verzug an einem Formteil aus Ultrason®

glasfaser-verstärkt

unverstärkt

Zurück zur Übersicht



Simulation von Glasfaserorientierung und Verzug an einem Gehäuse

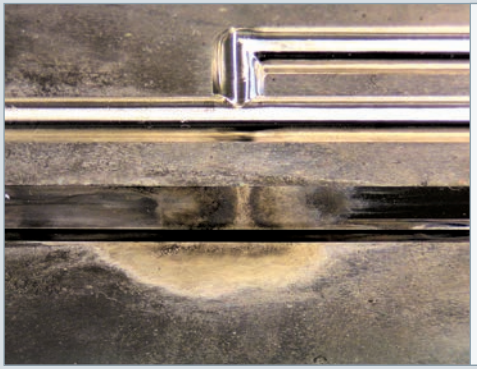
links: Ausgangssituation, rechts: optimierte Formteilgeometrie

Zurück zur Übersicht

Beschreibung
Es handelt sich um Verschmutzungen auf der Oberfläche, in der Trennebene und in der Entlüftung des Werkzeugs. Bei dem Belag kann es sich um Zersetzungsprodukte des Polymers, um Additive oder um Flammschutzmittel handeln.

Ursachen	Lösungsvorschläge
Die Schmelzetemperatur ist zu hoch.	• Mit einem Einstichthermometer überprüfen, ob die Temperatur der Schmelze beim Austritt aus der Maschinendüse, ggf. auch im Heißkanal, innerhalb des empfohlenen Verarbeitungsfensters liegt. Ggf. die Temperaturen absenken.
Es wird mit einer zu hohen Einspritzgeschwindigkeit gefüllt.	• Die Schneckenvorlaufgeschwindigkeit reduzieren. Evtl. reicht es bereits aus, nur die Geschwindigkeit am Ende der Füllphase zurückzunehmen (gestuftes Einspritzprofil einstellen).
Das Material ist nicht ausreichend getrocknet.	• Die Feuchtigkeit des Granulats messen; ggf. das Material auf einen Wert trocknen, der kleiner ist als der für das Produkt angegebene Grenzwert.
Das Werkzeug ist unzureichend entlüftet.	• Die Entlüftungskanäle hinsichtlich ihrer Lage und Wirksamkeit überprüfen. Ggf. zusätzliche Entlüftungskanäle in die Trennflächen einarbeiten und/oder Auswerferstifte an Stellen ins Werkzeug einarbeiten, wo die Schmelze zusammenfließt.
Die Verweilzeit in der Plastifiziereinheit und/oder im Heißkanal ist zu lang.	• Die Verweilzeit in der Plastifiziereinheit überprüfen, ggf. auf ein kleineres Aggregat wechseln oder eine flachgeschnittene Schnecke einsetzen. • Die Verweilzeit im Heißkanal reduzieren, z. B. durch eine kürzere Zykluszeit oder durch Reduzierung der Fließkanalquerschnitte.
Entlang des Fließwegs wird die Schmelze stark geschert.	• Die Geometrie von Anguss, Verteiler und den Anschnitten überprüfen und ggf. den Fließquerschnitt vergrößern. Eine Maschinendüse mit größerem Bohrungsdurchmesser montieren.

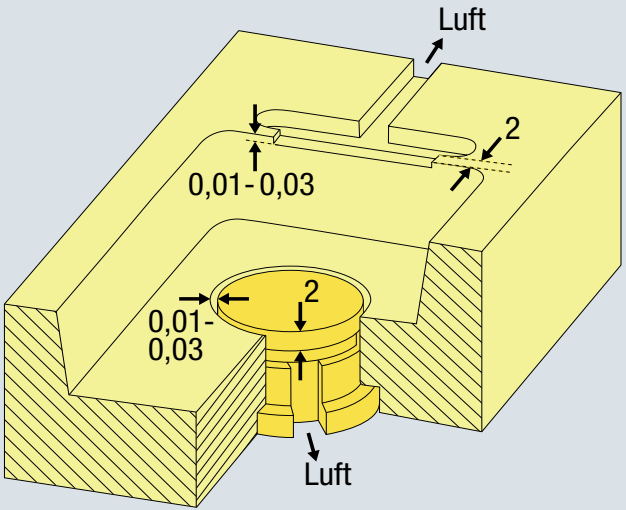
Zurück zur Übersicht



Werkzeugbelag (Formbelag) im Bereich einer Bindenaht aufgrund fehlender Entlüftung



Werkzeugbelag (Formbelag) am Fließwegende wegen fehlender Entlüftung



Bei leichtfließenden Materialien kleine Entlüftungsspalte, z.B. 0,01 - 0,02 mm, zur Vermeidung von Schwimmhaut wählen

Empfehlungen zur Gestaltung der Werkzeugentlüftung

Zurück zur Übersicht

ÜBERBLICK: BEEINFLUSSUNG VON SPRITZGUSSFEHLERN

FEHLER \ LÖSUNGEN	Schmelze-temperatur	Werkzeug-temperatur	Kühlzeit	Einspritzge-schwindigkeit	Nachdruck	Nachdruckzeit	Staudruck	Schnecken-drehzahl	Dosierweg	Schnecken-rückzug	Schließkraft	Granulat-feuchte	Verunreinigtes Granulat	Werkzeug-gestaltung	Formteil-gestaltung	Anschnitt-querschnitt	Schnecken-geometrie
Bindenaht	1	2		3													
Delamination	3			2									1				
Diesel-Effekt	2			1							3						
Dunkle Punkte (Black Specks)	2						3						1				
Einfallstellen	3				1	2											
Entformungs-probleme		3	1		2												
Farbschlieren	3						1	2									
Feuchtigkeits-schlieren												1					
Freistrahl	2			1												3	
Glanzunter-schiede	2	1			3												
Grat (Schwimmhaut)	3			1	2												
Kalter Pfropfen							2			1				3			
Lufteinschluss							2			1				3			

Zurück zur Übersicht

FEHLER / LÖSUNGEN	Schmelze-temperatur	Werkzeug-temperatur	Kühlzeit	Einspritzge-schwindigkeit	Nachdruck	Nachdruckzeit	Staudruck	Schnecken-drehzahl	Dosierweg	Schnecken-rückzug	Schließkraft	Granulat-feuchte	Verunreinigtes Granulat	Werkzeug-gestaltung	Formteil-gestaltung	Anschnitt-querschnitt	Schnecken-geometrie
Lunker	3				1	2											
Matte Stellen	2			1										3			
Schallplatten-effekt	3	1		2													
Schlieren (Glas-faser, Mineral)	3	2		1													
Schubmarkier-ungen	1														3	2	
Spannungsriss-bildung		1			2	3											
Unaufgeschmol-zenes Granulat	1		3				2										
Unvollständig gefülltes Formteil	3			2					1								
Verbrennungs-schlieren	1			2				3									
Verzug		1	2												3		
Werkzeugbelag	2			1				3									

Die Wirksamkeit des jeweiligen Lösungsvorschlags wird durch Zahlen gekennzeichnet (1 = am stärksten wirksam).

= erhöhen = verkleinern = ändern

Zurück zur Übersicht

Zur Beachtung
Die Angaben in dieser Druckschrift basieren auf unseren derzeitigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei Verarbeitung und Anwendung unseres Produktes nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine Garantie bestimmter Eigenschaften oder die Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Alle hierin vorliegenden Beschreibungen, Zeichnungen, Fotografien, Daten, Verhältnisse, Gewichte u. Ä. können sich ohne Vorankündigung ändern und stellen nicht die vertraglich vereinbarte Beschaffenheit des Produktes dar. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unseres Produktes in eigener Verantwortung zu beachten. (Oktober 2026)

Bei technischen Fragen zu den Produkten wenden Sie sich bitte an den Infopoint:



Besuchen Sie auch unsere Internetseiten:
www.plastics.basf.com
www.plastics.basf.de

® = registered trademark of BASF SE

PMK2620BD