

A close-up photograph of a game controller, likely a PlayStation 4 DualShock 4, showing two analog sticks and several buttons. The image is rendered in a monochromatic teal and blue color scheme. The lighting is dramatic, highlighting the textures of the plastic and the metallic sheen of the buttons. The background is a solid, lighter blue.

# EINFALL ODER KEIN FALL

---

Wie Sie Einfallstellen in Spritzgussteilen vermeiden oder verbergen

# Einfall oder kein Fall

## Das Auge entscheidet

Der Wert eines spritzgegossenen Bauteils – wie auch jener des Produkts, in das es eingebaut wird – hängt zu einem großen Teil von seinem Aussehen ab: Nicht nur die Funktion zählt, sondern auch das Erscheinungsbild. Leider treten optische Mängel sehr schnell auf, denn dazu genügen oft nur minimale Abweichungen von einer optimalen Werkzeug- und Bauteilkonstruktion. Oberflächenfehler zuverlässig vorherzusagen ist generell schwierig, und ganz besonders bei Einfallstellen.

In diesem kurzen Bericht werfen wir einen Blick auf die herkömmlichen Vorgehensweisen zur Vermeidung von Einfallstellen und sehen uns an, welche Möglichkeiten es gibt, sie durch intelligente Konstruktion zu kaschieren, wenn sie doch einmal nicht zu vermeiden sind.

## Was sind Einfallstellen?

Einfallstellen sind Mulden in der Oberfläche eines Bauteils, die häufig in dickwandigeren Bauteilbereichen oder direkt über Rippen, Domen oder Verrundungen entstehen. Sie sind die Folge lokaler Schwindung bei nicht ausreichender Kompensation während des Abkühlens. Einfallstellen entstehen also durch ungleichmäßige Schwindung. Das Auftreten von Einfallstellen kann verschiedene Ursachen haben, darunter:

- Zu geringer Einspritz- und Nachdruck
- Zu kurze Nachdruck- oder Abkühlzeit
- Zu hohe Temperaturen in Schmelze oder Werkzeug
- Geometrische Gegebenheiten wie ungleichmäßige Wandstärken

Die Abkühlung des Kerns beginnt erst, wenn das an der Form anliegende Außenmaterial schon abgekühlt und erstarrt ist. Durch die Abkühlung schwindet das Material und die Oberfläche des Formteils wird nach innen gezogen. So entsteht eine Einfallstelle (siehe Abb. 1).

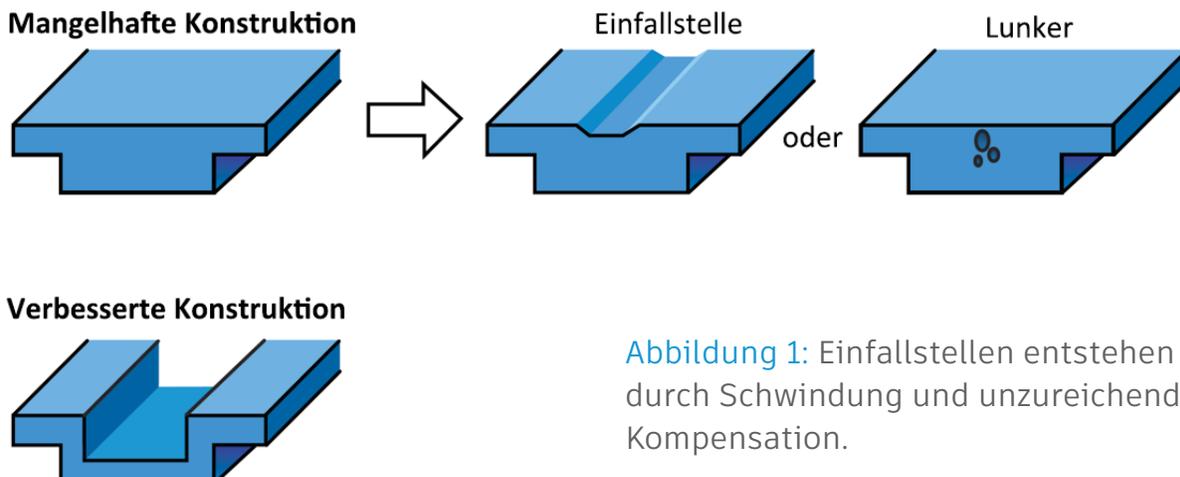


Abbildung 1: Einfallstellen entstehen durch Schwindung und unzureichende Kompensation.

# Einfall oder kein Fall

---

## Übliche Methoden zur Vermeidung von Einfallstellen

In einer Simulation des Kühlvorgangs mit der Finite-Elemente-Berechnung (FEM) kann die Größe der entstehenden Einfallstellen vorausberechnet werden. Sehr häufig reicht bereits eine kleine Korrektur bei der Formteil- oder Werkzeugkonstruktion oder im Spritzgussverfahren, um Mängel dieser Art zu vermeiden.

### 1: Ändern Sie die Formteilkonstruktion

- Kaschieren Sie betroffene Konstruktionsbereiche mithilfe von Oberflächentexturen.
- Sorgen Sie für möglichst einheitliche Wandstärken.
- Konstruieren Sie Rippen, Dome und Keile so, dass ihre Wandstärke nur 50 bis 80 % der Grundwandstärke beträgt.

### 2. Ändern Sie die Werkzeugkonstruktion

- Vergrößern Sie Anschnitt und Angusskanäle, um die Erstarrung des Anschnitts zu verzögern.
- Fügen Sie zusätzliche Entlüftungen hinzu oder vergrößern Sie vorhandene.
- Platzieren Sie den Anschnitt auf einem dickeren Bereich.

### 3. Ändern Sie das Spritzgussverfahren

- Lassen Sie ein Polster am Ende des Einspritzwegs.
- Erhöhen Sie den Einspritzdruck und die Nachdruckzeit.
- Verlängern Sie die Einspritzzeit und reduzieren Sie die Einspritzgeschwindigkeit.
- Reduzieren Sie die Temperatur der Schmelze und der Werkzeugwände.
- Verlängern Sie die Abkühlzeit.
- Prüfen Sie die Rückstromsperre auf eventuelle Undichtigkeiten.

# Einfall oder kein Fall

---

## Wenn das Unvermeidliche eintritt

Es wird Situationen geben, in denen Einfallstellen mit konventionellen Mitteln nicht zu verhindern sind. Vielleicht können Sie weder das Formteil noch das Werkzeug ändern, ohne die Stabilität des Bauteils zu gefährden oder die Stückkosten in die Höhe schnellen zu lassen. Vielleicht haben Sie nicht die Zeit, das Budget oder die Berechtigung, um in die Verfahrensschritte einzugreifen. Oder Sie haben einen anderen Grund. Auch hier gibt es Abhilfe: Einfallstellen, die sich nicht verhindern lassen, können Sie kaschieren.

Eine Studie zeigt sehr eindrucksvoll, dass einfache Änderungen bei Textur und Farbe eine sehr brauchbare Umgehung des Problems bieten, wenn Einfallstellen nicht vermieden werden können.

In dieser Studie wurden Testpersonen zwei Kunststoffteile mit unterschiedlichen Oberflächentexturen und Farben sowie Einfallstellen in verschiedenen Größen gezeigt. Das Ziel war es festzustellen, welche Faktoren die Sichtbarkeit der Einfallstellen am meisten beeinflussen. Dabei ging es einzig und allein darum, wie deutlich diese Mängel ins Auge fielen. Da Einfallstellen ein rein optischer Mangel sind, kann es sinnvoll sein, sie bereits während der Konstruktion visuell zu kaschieren.

## Sichtbarkeit von Einfallstellen

Die Studie untersuchte mehrere Faktoren, darunter die Größe der Einfallstellen, ihre Farbe sowie die Oberflächentextur der Bauteile. Drei Ergebnisse sind besonders interessant:

- 1. Breite ist entscheidender als Tiefe.** Es ist kaum überraschend, dass tiefe Einfallstellen auffälliger sind als flache. Dass breite Einfallstellen aber auffälliger sind als schmale, widerspricht der landläufigen Meinung, breite Einfallstellen seien wegen der weniger schroffen Übergänge unauffälliger als schmale.
- 2. Die Wahl der optimalen Textur ist nicht einfach.** Eine sehr dünne Textur (0,018 mm) kaschiert breite Einfallstellen nicht besser als überhaupt keine Textur. Eine dickere Textur (0,06 mm) macht zwar schmale Einfallstellen unauffälliger, hat aber nur minimalen Einfluss auf die Sichtbarkeit breiter Einfallstellen. Was das Ganze noch komplizierter macht: Texturen können zu falsch positiven Ergebnissen führen, das heißt, sie vermitteln den Eindruck von Einfallstellen, wo gar keine sind.
- 3. Farbe kaschiert.** An Stellen, wo manche Probanden Einfallstellen erkannten und andere nicht, waren die Einfallstellen auf schwarzen Teilen durchwegs besser sichtbar als auf grauen. Grau schien auch die Wirksamkeit von Oberflächentexturen zu unterstützen: Während auf schwarzen Bauteilen die Textur dreimal so tief sein musste wie die Einfallstelle, um sie zu verbergen, reichte dazu auf grauen Bauteilen die doppelte Tiefe.

# Einfall oder kein Fall

---

## Empfehlungen für die Konstruktion

Hier sind ein paar einfache Empfehlungen, wenn Sie keine Konstruktionsänderungen vornehmen können, sondern die Einfallstellen kaschieren wollen.

- Wenn Einfallstellen nicht vermieden werden können, achten Sie darauf, dass sie möglichst schmal bleiben und nicht zu breit werden.
- Hellere, leuchtendere und neutrale Farben sind besser geeignet, Einfallstellen zu verbergen.
- Texturen mit der zwei- oder dreifachen Tiefe der Einfallstellen kaschieren diese zusätzlich.

## Mehr erfahren

Wenn Sie mehr über die Werkzeug- und Formteilkonstruktion erfahren möchten, besuchen Sie unser Ressourcen-Center.

[RESSOURCEN-CENTER >](#)



Autodesk und das Autodesk-Logo sind in den USA und/oder anderen Ländern eingetragene Marken oder Marken von Autodesk, Inc. und/oder seiner Tochterunternehmen und/oder verbundenen Unternehmen. Alle anderen Marken, Produktnamen und Kennzeichen gehören ihren jeweiligen Inhabern. Autodesk behält sich vor, Produkt- und Service-Angebote sowie Spezifikationen und Preise jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern. Alle Angaben ohne Gewähr.  
© 2017 Autodesk, Inc. Alle Rechte vorbehalten.

Autodesk and the Autodesk logo are registered trademarks or trademarks of Autodesk, Inc., and/or its subsidiaries and/or affiliates in the USA and/or other countries. All other brand names, product names, or trademarks belong to their respective holders. Autodesk reserves the right to alter product offerings and specifications at any time without notice, and is not responsible for typographical or graphical errors that may appear in this document.  
© 2017 Autodesk, Inc. All rights reserved.