

MIT INNOVATIVEM  
SPRITZGUSS AUF DIE

# POLE POSITION

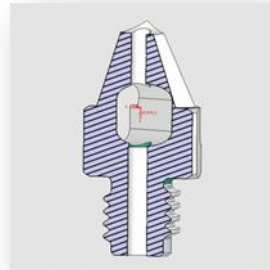
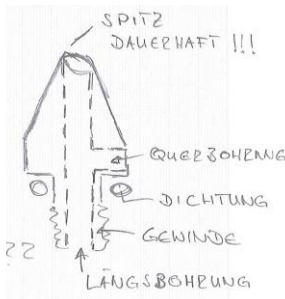
## Technische Information



Konstruktionshinweise

Keramikspritzguss (CIM)

## Konstruktionshinweise für CIM Bauteile



Obwohl technische Keramik schon lange in der Industrie eingesetzt wird und sich dort Standardanwendungen erobert hat, ist der Umgang mit ihr keineswegs selbstverständlich. De facto substituieren die meisten keramischen Bauteile aufgrund der besseren Werkstoffeigenschaften Metall- oder Kunststoffteile, die in der jeweiligen Applikation an deren materialtechnischen Grenzen stossen. Zu oft wird beim Material – und Verfahrenswechsel aber ignoriert, dass das Gestalten von keramischen Bauteilen eigenen Regeln folgt und ein 1:1-Übergang in aller Regel nicht darstellbar bzw. sinnvoll ist.

Notwendige oder durch die Formgebungsfreiheit des Spritzgussverfahrens auch mögliche konstruktive Änderungen oder Optimierungen sind dabei meist nicht nur notwendig, sie vermögen auch große Chancen zu öffnen. Die keramik- und spritzgussgerechte Gestaltung bietet Möglichkeiten zur Integration von Funktionen, zur konstruktiven Vereinfachung, zur Steigerung der Kosteneffizienz sowie zur Anpassung der Konstruktion an aktuelle Anforderungen der Applikation.

Nachfolgend haben wir Ihnen einige Informationen und Hinweise zum Konstruieren von keramischen Spritzgussteilen zusammengefasst. Bitte betrachten Sie diese als **Information und als Leitlinie, jedoch keinesfalls als eine Restriktion**. Selbst unübliche geometrische Formen und Details sind im Keramikspritzgussverfahren durchaus realisierbar. Letztendlich hängt dies alles im komplexen Zusammenhang und muss so auch vor diesem betrachtet werden.

Lassen Sie Ihren Ideen also freien Lauf. Im gemeinsamen Dialog bringen wir gerne unsere material-, werkstoff- und werkzeugtechnische Kompetenzen ein und stehen Ihnen zur weiteren Diskussion und Beratung zur Verfügung.



Bei der Auslegung von Keramikspritzgussteilen und den zugehörigen Spritzgusswerkzeugen sind verschiedene grundlegende Konstruktionsregeln zu beachten, mit dem Ziel eine möglichst reibungslose, sicher Produktion der Bauteile unter wirtschaftlichsten Gesichtspunkten zu gewährleisten.

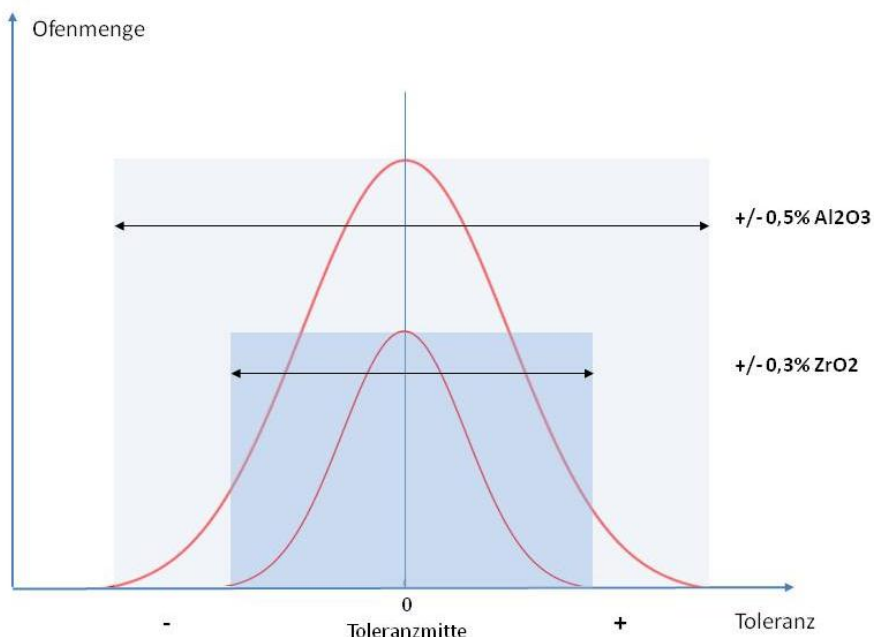
## 1. Toleranzen und Budget in Einklang bringen

In aller Regel handelt es sich bei keramischen Spritzgussteilen um eine Substitution auf Material- und Verfahrensebene. Keramische Spritzgussteile können nicht mit denselben Toleranzen gefertigt werden wie spanend bearbeitete Teile. Die mechanische Bearbeitung von Metallteilen erlaubt engere Fertigungstoleranzen, die in den meisten Fällen so von der Applikation des fertigen Bauteiles aber nicht gefordert sind. Es ist daher wichtig, die Gestaltung entsprechend anzupassen. Dabei sollten die Toleranzen so gewählt werden, dass das Bauteil die Anforderungen der Anwendung erfüllt, ohne die Kosteneffizienz in der Produktion negativ zu beeinflussen. Hinterfragen Sie die gesetzten Fertigungstoleranzen im Hinblick auf die tatsächliche Anwendung, denn zu enge Toleranzen, verteuern das keramische Bauteil (Gutteilfilertung, aufwändige Nacharbeit).

- Bauteiltoleranzen kritisch hinterfragen und der Applikation anpassen
- Überspezifizierte Oberflächen und unnötig enge Toleranzen verteuern das Bauteil.
- As fired kann von folgendem Toleranzfeld ausgegangen werden.

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** +/- 0,5 % vom jeweiligen Abmaß

**ZrO<sub>2</sub>** +/- 0,3 % vom jeweiligen Abmaß



Bedingt durch den großen Schwund während des Sinterns lassen sich Maßtoleranzen nicht vermeiden. Im Wesentlichen resultieren diese aus dem Material (Korngröße), der Sintertemperatur und der Lage der Bauteile im Ofen. Je nach Lage werden die Bauteile unterschiedlich früh und unterschiedlich lange mit der entsprechenden Temperatur konfrontiert, was sich entsprechend auf den Schwund auswirken kann.

Betrachtet man eine komplette Ofenbestückung werden die Bauteile innerhalb eines Toleranzfeldes vom SOLL-Maß nach oben und nach unten abweichen.



## 2. Verwendung von Radien an Ecken und Rändern

Insbesondere nach innen gerichteten Ecken und Übergänge sollten mit Radien versehen sein. (mind. R 0,2) damit das einfließende Material während des Spritzgussvorganges ohne Störung oder Verwirbelung die Kavität respektive das Bauteil füllen kann. Zusätzlich bergen spitzkantige Ecken die Gefahr von Kerbspannungen, die zu Rissen nach dem Sintern führen können.

## 3. Auflageflächen zum Entbindern und Sintern berücksichtigen

Die Bauteile werden nach dem Spritzguss auf Brennhilfsmittelpplatten dem Entbindern und anschließend dem Sintern zugeführt. Während des Sinterns erfahren die Bauteile einen materialabhängigen Schwund von 20 – 28% (Spitzenwert bei 35% Schwund) und werden dabei nochmals physisch bewegt. Um dies möglichst störungsfrei und reibungsarm zu gewährleisten sind ebene Auflageflächen erforderlich auf denen die Bauteile stabil und sicher stehen bzw. liegen. Ein sicherer Stand dient desweiteren auch dem sicheren Transport zwischen Entbinder- und Sinteranlage.

- Ausreichend Auflagefläche vorsehen
- Auflage in einer Ebene oder eine konstruierte Unterlage
- Überhänge vermeiden
- ausreichende Verrippung verhindert ein Einfallen.

## 4. Beachten Sie die Wandstärke

Das Spritzgießen von Keramik wird ermöglicht, in dem das keramische Pulver in ein sogenanntes Bindersystem eingearbeitet und homogen vermischt wird. Dieses Bindersystem (Wachse, Thermoplaste) dient lediglich als Transportmedium während des Formgebungsprozesses und muss nach dem Spritzgießen mit dem Entbinder Schritt wieder aus dem Bauteil entfernt werden. Dies ist je nach Material (Kornart und -größe; Bindersystem) unterschiedlich schwierig. Grundsätzlich sollte aber eine Wandstärke von 7 mm nicht überschritten werden, damit das Bauteil defektfrei entbindern werden kann. Verbleibende Reste an Binder führen während dem Sinterprozess zu Gefügefehlern (Poren, Risse) im Bauteil.

Bei vielen Komponenten ist die Bestimmung der richtigen Wanddicke eine wichtige konstruktive Herausforderung. Dabei gilt es, ein geringes Bauteilgewicht mit der erforderlichen Festigkeit und guter Verarbeitbarkeit in Einklang zu bringen. Zu den vielen einflussnehmenden Faktoren auf die Wanddicke gehören das Fließverhalten der Schmelze, die resultierende Einspritzgeschwindigkeit, Erstarren des Materials sowie die notwendige Formteilsteifigkeit.

- Max. Wandstärke ca. 7 mm (Abhängig vom Material)
- Material-Aussparungen bei großen Wandstärken)
- Minimale Wandstärke in Abhängigkeit des Fließweges (min. 0,1 mm)
- Mögliches Fließweg/Wanddicken-Verhältnis (Länge / Dicke) Verhältnis 50:1

Achtung bei Wandstärkensprüngen: Diese sind grundsätzlich möglich, können im Extremfall aber die Ebenheit beeinflussen.



## 5. Die richtige Angussposition

Die Wahl eines geeigneten Angussystems und der richtigen Anschnittposition können Probleme bei der Verarbeitung verhindern. Oft wird übersehen, dass die Anschnittposition entscheidend zur Formteilqualität beiträgt. Als Werkzeugherstellung und Spritzgussteileproduzent ist es unsere Aufgabe die optimale Anspritzart und – stelle Ihnen vorzuschlagen.

- Definieren Sie funktionsfreie Stellen für den Angussbereich
- Vermeidung eines Freistrahles. Die Schmelze sollte immer auf eine Wandung oder ein Hindernis treffen.
- Der Anschnitt wird mit Ein- und Auslaufradien versehen
- Angussarten:  
Kegel- oder Stangenanguss (Punkt, einfach oder mehrfach), Ringanguss, Schirmanguss, Filmanguss, Tunnelangüsse sind im CIM-Verfahren (derzeit) nicht möglich.

## 6. Trennung

Die Formgebung eines Spritzgussteiles erfolgt in einem Werkzeug, welches aus wenigstens zwei Hälften (Düsenseite und Auswerferseite) besteht. Dabei wird ein Teil des Bauteiles auf der Düsenseite, der andere Teil auf der Auswerferseite geformt. Der Übergang zwischen den Werkzeughälften wird als Trennung bezeichnet und kann sich am Teil als leichter Grat abzeichnen. Insbesondere bei älteren und damit bereits etwas verschlissenen Werkzeugen kann sich der Grat weiter ausbilden und sich so störend auswirken.

Um einen Versatz zwischen den beiden Werkzeughälften zu vermeiden, werden Kläger-Werkzeuge grundsätzlich mit einer keramikgeeigneten Lagezentrierung versehen.

## 7. Beachten von Bindenähten

Bindenähte entstehen dort, wo die Schmelze des Feedstocks von zwei oder mehr Seiten zusammen fließt. Dies kann aufgrund der Geometrie des Bauteiles oder durch Art und Anzahl der Anspritzpunkte bedingt sein. Bindenähte sind nicht zwangsläufig, können aber mechanische Schwachstellen sein und sollten daher durch die Konzeption der Fließwege (z.B. mittels der Lages des Anspritzpunktes oder –art) möglichst an wenig belastete Stellen verlegt werden.

## 8. Entformung

Der Formgebungsprozess endet nicht mit dem vollständigen Befüllen der Kavität, auch das Entformen resp. Auswerfen oder die Entnahme der Bauteile aus dem Werkzeug ist wichtiger Teil dieses Prozessschrittes. Direkt nach dem Spritzgussprozess ist das gespritzte Bauteil (Grünteil) noch labil und kann durch unsachgemäßes Entformen beschädigt werden. Beschädigungen dieser Art können Mikrorisse sein, die unter Umständen am Grünteil nicht sichtbar sind, sondern erst nach dem Sintern als nicht sichtbarer Gefügedefekt oder gar Risse offensichtlich werden. Das Bauteil sollte daher möglichst sanft, vor allem synchron und ohne Verkanten mittels mehrerer, optimal platzierter Auswerfer entformt werden. Geeignete Auswerferplatzierungen sind bereits in der Konstruktionsphase von Vorteil.

Um die bei der Entformung auftretenden Reibungskräfte gering zu halten, ist es hilfreich die entsprechenden Wände des Formteils leicht (zwischen 2° und 5°) anzuschragen.



## 9. Die bestgeeignete Verbindungstechnik

Eine schnelle und einfache Montage der Komponenten kann zu erheblichen Einsparungen in der Produktion führen. Schnappverschluss, Pressverbindung, Schraubverbindung – jede Lösung hat ihre eigenen bewährten Verfahren, Vorteile und Grenzen. Die optimale Wahl erfordert die Kenntnis der Materialien und der Funktion sowie die Gestaltung eines entsprechenden Montageverfahrens.

FÜGETECHNIKEN	Materialverbindungen   Keramik mit ...			Lösbarkeit	Keramische Werkstoffe
	Keramik	Metall	Kunststoff		
Kitten / Zementieren	x	x		nein	alle
Kleben	x	x	x	nein	alle
Löten nach Metallisierung		x		teilweise	alle
Verbindungsaktivlöten		x		nein	alle
Schrauben	x	x	x	ja	alle
Stecken		x	x	ja	alle
Klemmen		x	x	ja	alle
Schnappverbindung		x	x	ja	alle
Umspritzen		x	x	nein	eingeschränkt
Crimpen / Bördeln		x		nein	alle
Pressen / Schrumpfen		x		teilweise	alle
Ein vulkanisieren		x		nein	alle
2-K-Spritzguss	x	x		nein	eingeschränkt

**Sprechen Sie mit uns.**

**Gerne diskutieren wir mit Ihnen Machbares, Möglichkeiten und Visionen.**

