

SCHÄUMEN MIT CELLFORM

MIT LEICHTIGKEIT WIRTSCHAFTLICH

A detailed photograph of a KraussMaffei Cellform foam extrusion machine. The machine features a large, horizontal extruder barrel wrapped in grey thermal insulation. A red hand crank is visible on the right side of the barrel. Above the barrel, a complex assembly of metal components, including a die head and various sensors, is mounted. The machine is set against a white background with a blue geometric overlay in the bottom left corner.

KraussMaffei
Pioneering Plastics

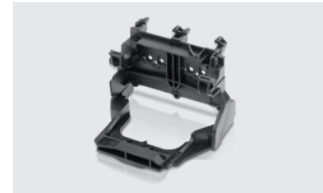
ANWENDUNGSBEREICHE DER CELLFORM-TECHNOLOGIE



Automobil



Automobil



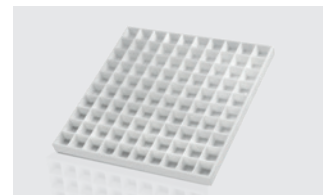
Elektro / Elektronik



Automobil



Bau / Freizeit



Infrastruktur / Bau

Eigenschaft- / Verfahrensmatrix

Eigenschaften

Einsatzgebiet

Zellstruktur

Verwendung für Standardpolymere

Verwendung für technische Polymere

Prozessfenster

Reproduzierbarkeit des Prozesses

Potentielle Gewichtsreduktion

Dimensionsstabilität

Oberflächenqualität

Geringe Wandstärken (< 4 mm)

Rückstände beim Schäumprozess

Gasdruck beim Schäumprozess

Reduktion von benötigter Schließkraft

Investitionskosten

Treibmittelposten

Chemisches Schäumen

- Bauteile, vorwiegend mit dicken Wandstärken
- Kleine bis mittlere Stückzahlen

MuCell®

- Technische Bauteile, auch mit geringen Wandstärken
- Hohe Stückzahlen

	+	++
	+	+
	0	++
	+	+++
	0	+
	+	++
	++	+++
	-	--
	+	+++
	-	+++
	+	++
	+	+
	+++	-
	-	+++

- geringere Performance, 0 neutrale Performance, + bessere Performance

SCHÄUMEN MIT CELLFORM MIT LEICHTIGKEIT WIRTSCHAFTLICH

CellForm heißt bei KraussMaffei das chemische und physikalische Schäumen von Thermoplasten (TSG). Viele Teile lassen sich hervorragend aus geschäumten Kunststoffen herstellen, da diese die Vorteile Leichtigkeit, Dimensionsstabilität und Wirtschaftlichkeit ideal kombinieren. Geschäumte Bauteile kommen der immer dringlicheren Forderung nach Ressourcenschonung in jeder Hinsicht nach.

Mit seinen Maschinenkonzepten deckt KraussMaffei die gesamte Bandbreite physikalischer und chemischer Schäumverfahren ab. Im umfassenden Maschinenportfolio steht für jede Anforderung die passende Lösung bereit. KraussMaffei ist etablierter Systempartner für das MuCell®-Verfahren und bietet als eines der wenigen Unternehmen Verfahrens- und Maschinenteknik aus einer Hand.

Ihre Vorteile auf einen Blick:

- Komplettlösungen aus einer Hand
- Verarbeitungs-Know-how inklusive
- Systempartner für MuCell®
- Alle gängigen physikalischen und chemischen Schäumverfahren verfügbar
- Großes Produktportfolio an elektrischen und hydraulischen Spritzgießmaschinen für CellForm
- Bedienungs- und wartungsfreundlich



Verpackung

Ob Getränke, Kosmetik oder Lebensmittel – fast alles wird heute mit Kunststoffen verpackt. Und das mit hoher Gewichtsersparnis und schier unendlicher Designvielfalt für nahezu grenzenlose Individualisierung der Verpackungen

Elektrik

Geschäumte Halterungen für Druckerpatronen, verzugsfrei und dimensionsstabil



Transport

Geschäumte stabile Paletten und Kisten für einen sicheren und gleichzeitig leichten Transport

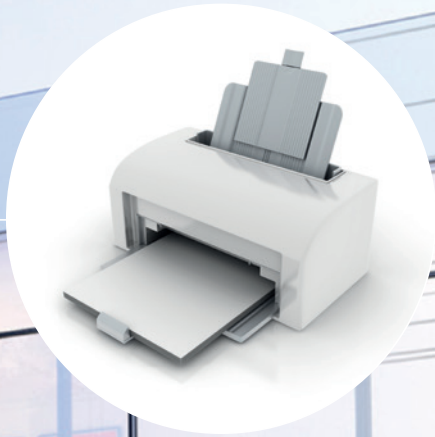


Freizeit

Großflächige Teile für Sonnenliegen mit geschäumtem Kern

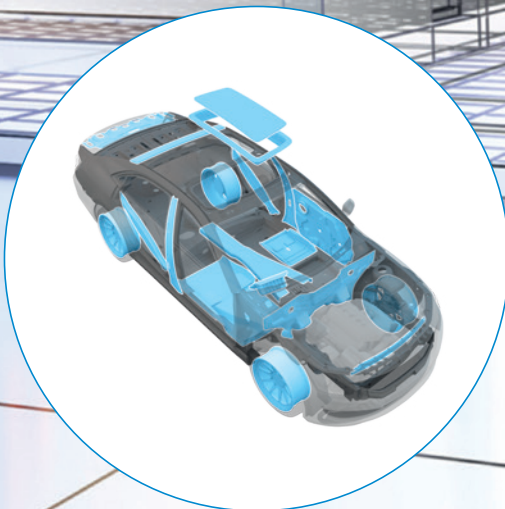
CELLFORM-TECHNOLOGIE

VIELSEITIGE ANWENDUNGEN



Haushalt

Großflächige Elektro- Gehäuse-
bauteile für Hausgeräte aus
geschäumten Thermoplasten



Automobil

Leichte und verzugsarme geschäumte
Automobilteile für geringen CO₂-
Ausstoss und einfache Montage

CELLFORM KOMBINIERT GEWICHTS- ERSPARNIS UND EFFIZIENZ FÜR EINE WIRTSCHAFTLICHE PRODUKTION

Beim CellForm-Verfahren werden dem Rohmaterial beziehungsweise der Schmelze Treibmittel in Form von Granulat oder Gas zugeführt, um die Dichte des Kunststoffes zu reduzieren. Grundsätzlich unterscheidet man dabei zwischen chemischem und physikalischem Schäumen.

Gasaufbereitung und Schäumprozess

Beim chemischen Schäumen wird ein Treibmittelgranulat dem Kunststoff beigemischt, das durch eine chemische Reaktion zersetzt wird. Dabei wird das Treibgas freigesetzt. Beim physikalischen Schäumen hingegen wird ein Gas direkt in die Kunststoffschmelze eingebracht. Der Schäumprozess erfolgt immer in der Kavität durch den Druckabfall. Ein vorzeitiges Aufschäumen im Heißkanal oder der Plastifizierung wird durch Aufrechterhaltung eines Druckniveaus gezielt unterbunden. Das physikalische Schäumen ist vor allem durch das MuCell®-Verfahren, patentiert durch die Firma Trexel, bekannt.

Beide Varianten ermöglichen eine Verringerung der Dichte und Eliminierung des Nachdrucks des Kunststoffes mit allen damit verbundenen Vorteilen: Schnellere Zyklen, weniger Materialverbrauch und bessere Formstabilität. CellForm bietet sich für viele Bauteile in allen Branchen und nahezu alle Thermoplasten an. Abhängig vom verwendeten Verfahren kommen die CellForm-Vorteile unterschiedlich zum Tragen.

Weniger Gewicht und weniger Material

Der offensichtlichste Vorteil geschäumter Bauteile ist der reduzierte Materialverbrauch und das minimierte Bauteilgewicht. Durch die reduzierte Dichte des Materials sind Einsparungen von 5 bis 10 Prozent je nach Bauteil möglich, ohne die mechanischen Eigenschaften zu stark zu beeinträchtigen. In Abhängigkeit vom Bauteil

lassen sich bei geringerer mechanischer Beanspruchung auch Gewichtsreduktionen von mehr als 10 Prozent realisieren. Werden die Schäumverfahren bereits beim Bauteildesign berücksichtigt, können die Wandstärken und das Teilgewicht oft noch wesentlich weiter reduziert werden. Zusammenfassend gesagt: das Bauteildesign bestimmt das Gewicht.

Kürzere Zyklen

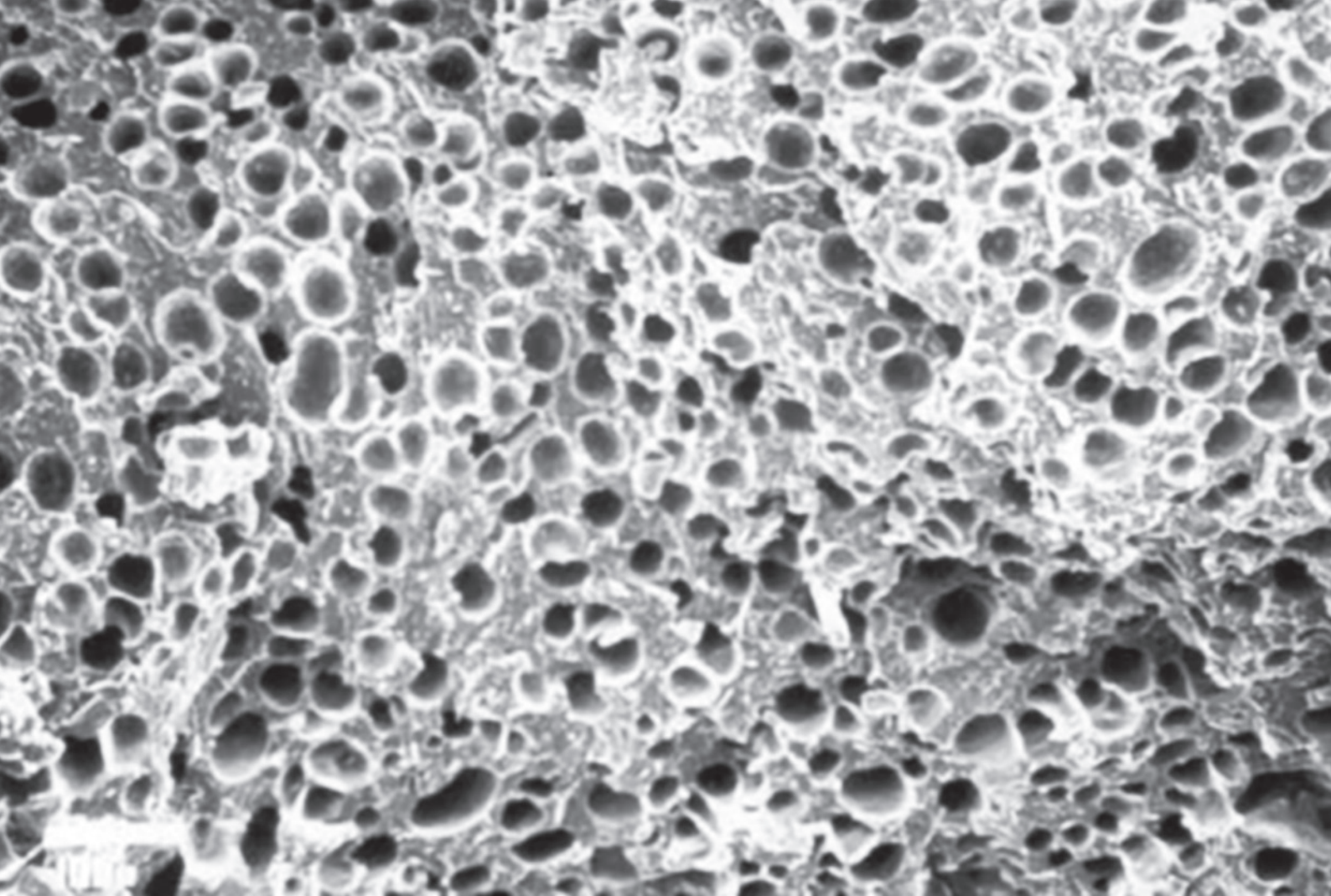
Geschäumte Materialien weisen eine niedrigere Viskosität auf. Dadurch kann schneller eingespritzt werden und Masse- und Werkzeugtemperatur können tendenziell niedriger eingestellt werden. Letzteres kann eine kürzere Kühlzeit bewirken. Das größte Einsparpotential liegt allerdings woanders: Durch den Schäumprozess kann meist auf den Nachdruck komplett verzichtet werden. Auch wenn ein Teil der Nachdruckzeit in die Kühlzeit eingeht, kann ein Teil dieser Zeit eingespart werden. Voraussetzung ist allerdings eine Materialanhäufung im Bauteil und dadurch verursachte Hotspots. Diese würden ein Nachblähen (Post-Blow-Effekt) der Oberfläche nach der Entnahme verursachen.

Höhere Dimensionsstabilität, weniger Verzug

Der Schäumprozess, der den Nachdruck ersetzt, findet in der Kavität gleichmäßig verteilt statt. Somit werden Einfallstellen minimiert und die Erstarrung der Schmelze findet unter sehr geringer Spannung statt. Ergebnis sind spannungsarme, verzugsarme und maßgenaue Bauteile – absolut reproduzierbar von Zyklus zu Zyklus.

Mehr Wirtschaftlichkeit und Flexibilität durch reduzierte Schließkraft

Dank der geringeren Viskosität und Eliminierung des Nachdrucks erfordern geschäumte Bauteile weniger Werkzeuginnendruck. Eine Reduzierung der Schließkraft von bis zu 40 Prozent und mehr ist durchaus realisierbar. Das bedeutet mehr Flexibilität, da die Bauteile auch auf Maschinen mit geringerer Schließkraft sicher betrieben werden können.



Geschäumtes Bauteil: geschäumter Kern und kompakte Außenhaut bilden eine Einheit

Optimale Oberflächen

Durch den Quellfluss während dem Einspritzen gelangen Gasbläschen an die Oberfläche und werden beim Kontakt mit der Werkzeugwand eingefroren. Das Ergebnis sind Schlieren. Eine Möglichkeit dies zu vermeiden, ist die Werkzeugwandtemperaturen während dem Einspritzen zu erhöhen (DMH Dynamic Mold Heating). Eine andere Option ist, den Druckabfall während dem Einspritzen zu minimieren, denn dieser Druckabfall sorgt für die Entstehung der Gasblasen. Auch besonders geeignete oder optimierte Materialien (überwiegend Polyamide oder Polypropylen) können dabei helfen, Schlieren zu minimieren. Zu guter Letzt können Oberflächen auch kaschiert werden. Hier kommen genarbte Oberflächen, Folien oder Textilien zum Einsatz (beispielsweise mit dem Inmold Labeling und DecoForm-Verfahren).

IHRE VORTEILE:

- Kurze Zykluszeiten
- Geringes Bauteilgewicht und weniger Materialverbrauch
- Exzellente Dimensionsstabilität, für verzugsarme und maßgenaue Bauteile
- Flexibel und wirtschaftlich durch reduzierte Schließkraft

CHEMISCHES SCHÄUMEN

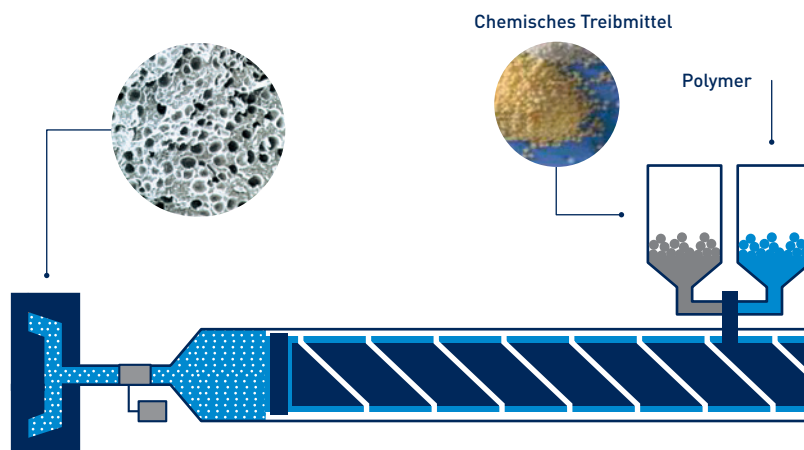
HOMOGENE TREIBMITTELVERTEILUNG DURCH SCHNECKENKOMPETENZ

Beim chemischen Schäumen wird ein Treibmittelgranulat dem Kunststoffgranulat im Trichter zudosiert. Dabei muss das Treibmittel auf Basis des jeweiligen Thermoplasttypen so angepasst sein, dass eine chemische Reaktion an der richtigen Stelle innerhalb der Plastifizierung stattfinden kann. Dabei kommt es besonders darauf an, dass das Treibmittel nicht zu früh zersetzt wird und auch nicht zu spät, da das Gas sonst entweder aus dem Trichter entweicht oder zu spät freigesetzt wird.

Durch den Druckabfall während dem Einspritzen beginnt die Nukleierung und somit die Bildung von Gasbläschen. Der Schäumprozess findet in der Kavität statt, in der das Kunststoff-Gas-Gemisch expandieren kann. Ein Nachdruck nach dem Einspritzen entfällt meist vollständig, da diese Aufgabe durch den Gasdruck erfüllt wird. Resultat ist eine geschlossene Zellstruktur. Das Verfahren ist optimal für die Herstellung von Bauteilen in geringen Stückzahlen, da der Maschineninvest gegenüber dem physikalischen Schäumen geringer ist. Die Treibmittel können auf bestimmte Anforderungen eingestellt werden, so dass zum Beispiel bessere Oberflächen erzielt werden können. Meist kommen Thermoplaste mit niedrigeren Verarbeitungstemperaturen zum Einsatz, wie etwa Polyolefine oder Polystyrole.

Treibmitteldosierung

Gerade bei der Zuführung von stark reaktiven Additiven, wie einem chemischen Treibmittel, ist eine homogene Verteilung in der Kunststoffschmelze essentiell. KraussMaffei bietet spezielle High-Performance-Schnecken (HPS-Schnecken) an, die eine extrem gleichmäßige Verteilung des Treibmittels gewährleisten und so hohe Prozesssicherheit und eine gleichbleibende Produktqualität sicherstellen. Für einen kosteneffektiven Austausch der Schnecken bietet KraussMaffei die HPSM-Schnecken an. Diese Schnecken verfügen ebenfalls über ein exzellentes Mischverhalten und können im Unterschied zu den anderen HPS-Schnecken jedoch in Standardzylindern eingesetzt werden.



Ausrüstung für chemisches Schäumen

Das chemische Schäumverfahren setzt eine gewisse Maschinenausrüstung voraus. Ist diese erfüllt, können auch Bestandsmaschinen unter bestimmten Voraussetzungen für das chemische Schäumverfahren nachgerüstet werden.

Nötige Voraussetzungen

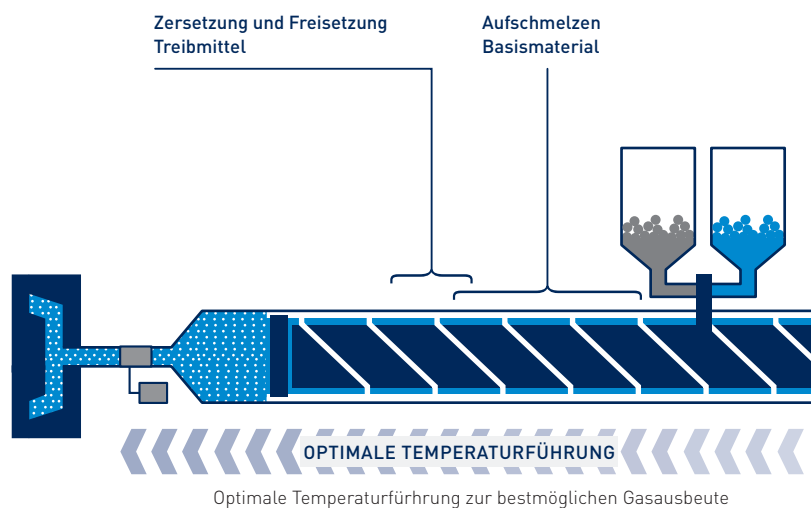
- Druckspeicher für erhöhte Einspritzleistung
- HPS-UN oder HPS-M Schnecke

Ausstattungspaket „CellForm“

- Aktive Staudruckregelung
- Sicherheitsrelevante Vorbereitungen
- Reduzierter Düsenanpressdruck während der Werkzeugbewegung
- Maschinenverschlissdüse oder Drehbolzen mit spezieller Überwachungsfunktion
- Aktive Staudrucküberwachung bei geöffneter Schutztür

IHRE VORTEILE:

- Sehr homogene Verteilung des Treibmittels
- Dadurch hohe Prozesssicherheit und Ersparnis bei den Treibmittelkosten



Zu niedrige Temperatur: Keine oder ungenügende Zersetzung des Treibmittels

Zu hohe Temperatur: Zu frühe Zersetzungsreaktion



HPS-UN-Schnecken mit exzellentem Einmischverhalten eignen sich besonders für chemische Schäumverfahren

PHYSIKALISCHES SCHÄUMEN MIT MUCELL®

SCHNELLER ERFOLG DURCH EINEN EINZIGEN SYSTEMPARTNER

Das MuCell®-Verfahren ist das wohl bekannteste physikalische Schäumverfahren. Beim MuCell®-Prozess wird in der Plastifizierung in die bereits vollkommen aufgeschmolzene Kunststoffmasse unter hohem Druck ein Treibmittelgas – N_2 oder CO_2 – injiziert. Der Gasanteil richtet sich nach dem jeweiligen Thermoplasttyp.

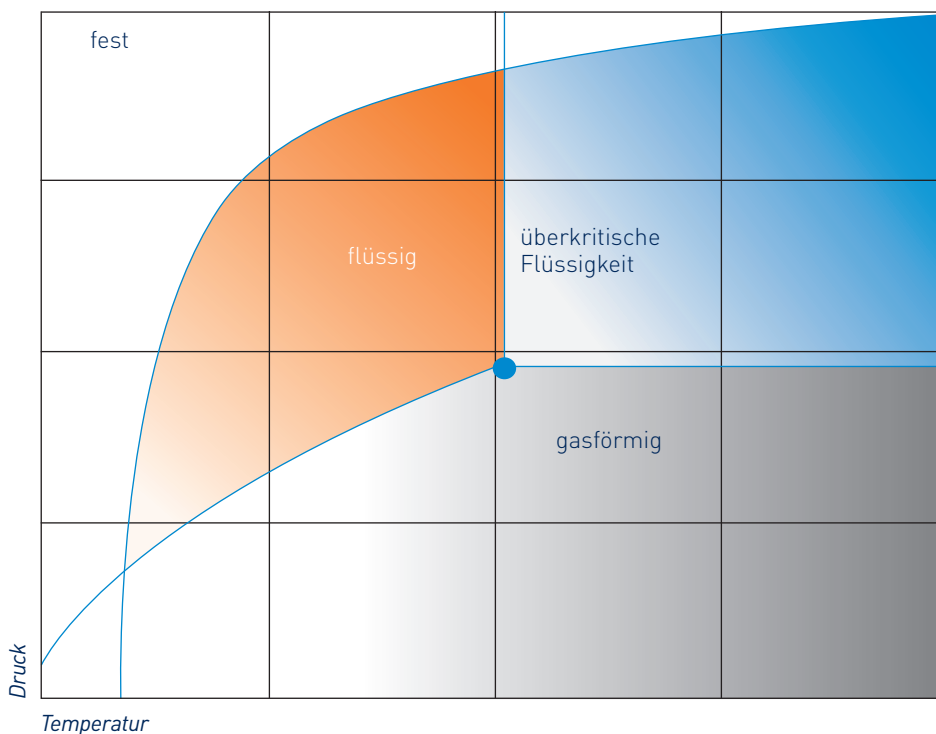
Das Treibmittel liegt vor dem Zudosieren als sogenanntes „super critical fluid“ (SCF) vor, einem besonderen Aggregatzustand mit der Inkompressibilität einer Flüssigkeit und der Lösungseigenschaft eines Gases. Dadurch geht das SCF mit der Thermoplastschmelze vollkommen in Lösung und bildet dort feinstverteilt ein Einphasensystem mit der Kunststoffschmelze. Der Staudruck, in Verbindung mit MuCell® auch „MuCell Process Pressure (MPP)“ genannt, spielt eine wesentliche

verfahrenstechnische Rolle. Er sorgt im vorderen Mischbereich der Schnecke für die Bildung und Aufrechterhaltung des Einphasensystems, die Voraussetzung für die Löslichkeit des Gases in der Schmelze.

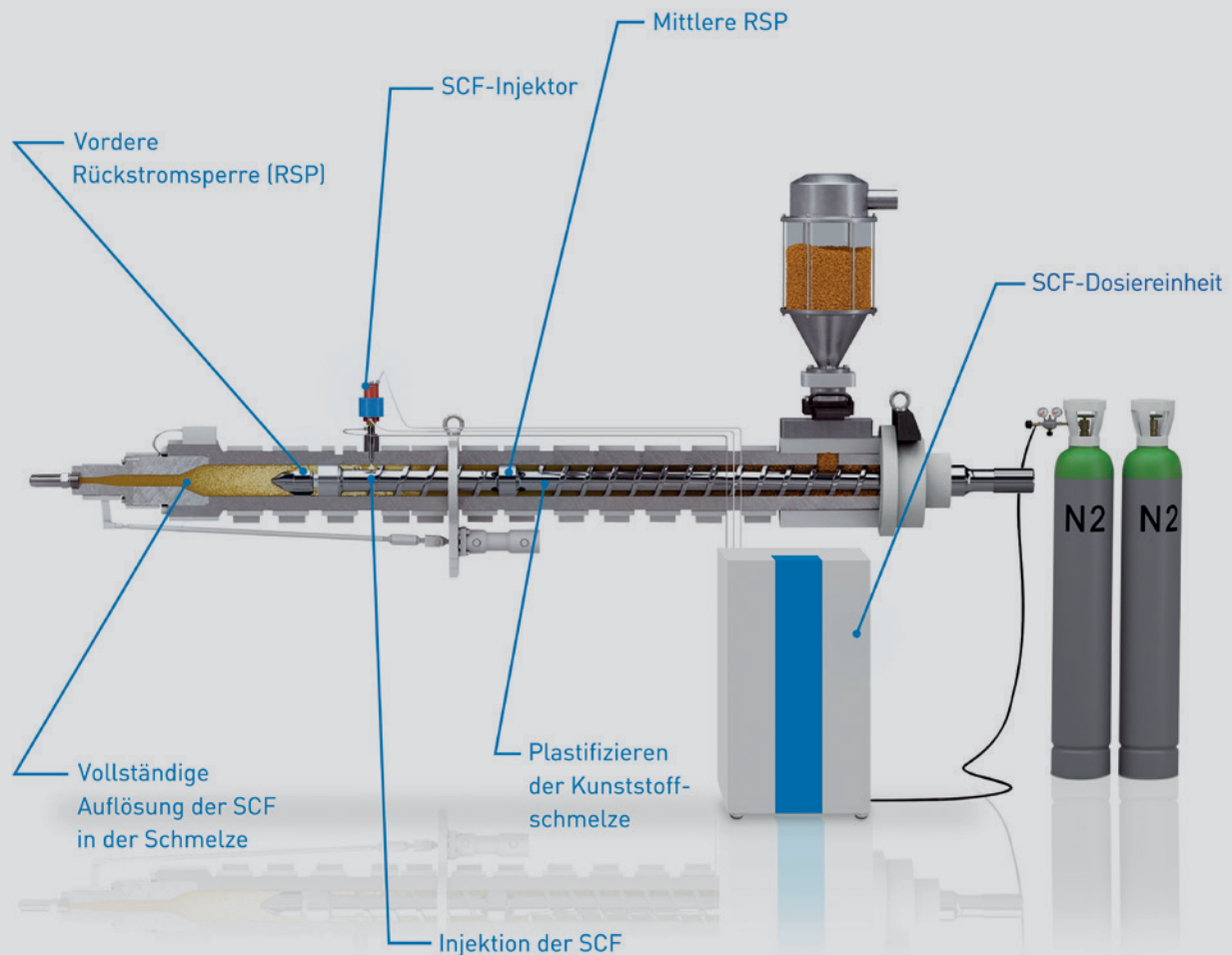
Im Unterschied zum chemischen Schäumen und den meisten alternativen physikalischen Schäumverfahren kann die Gasmenge durch die Injektoröffnungszeit und des Masseflusses des Gases genau und reproduzierbar eingestellt werden.

Das niedrigviskose Gemisch wird schnell eingespritzt. Durch einen rapiden Druckabfall im Werkzeug bilden sich Nukleierungskeime. Das Gas löst sich nun aus der Schmelze heraus und der entstehende Schäumdruck ersetzt den Nachdruck. Das MuCell®-Schäumverfahren eignet sich besonders für Bauteile mit Wanddicken kleiner als 4 mm und höheren Stückzahlen.

Phasendiagramm – typisches Schema der Zustandsphasen für ein Gasgemisch



Stickstoff (N_2) liegt wie andere Gase auch in einem definierten Druck-/Temperaturbereich als überkritische Flüssigkeit (SCF) vor. Diese wird in der Kunststoffschmelze vollständig gelöst und wird in der Kavität als Gas wieder freigesetzt.



Schematischer Aufbau einer Plastifizierung mit MuCell®-Ausstattung

In der Grafik sind die wichtigsten Komponenten der MuCell®-Anlage dargestellt. Das Gas, meist N_2 , kann in Flaschen, Flaschenbündeln oder in einer Stickstoffanlage bereitgestellt werden. In der SCF-Dosiereinheit wird das Gas unter hohem Druck in den SCF-Zustand gebracht.

Regelsystem

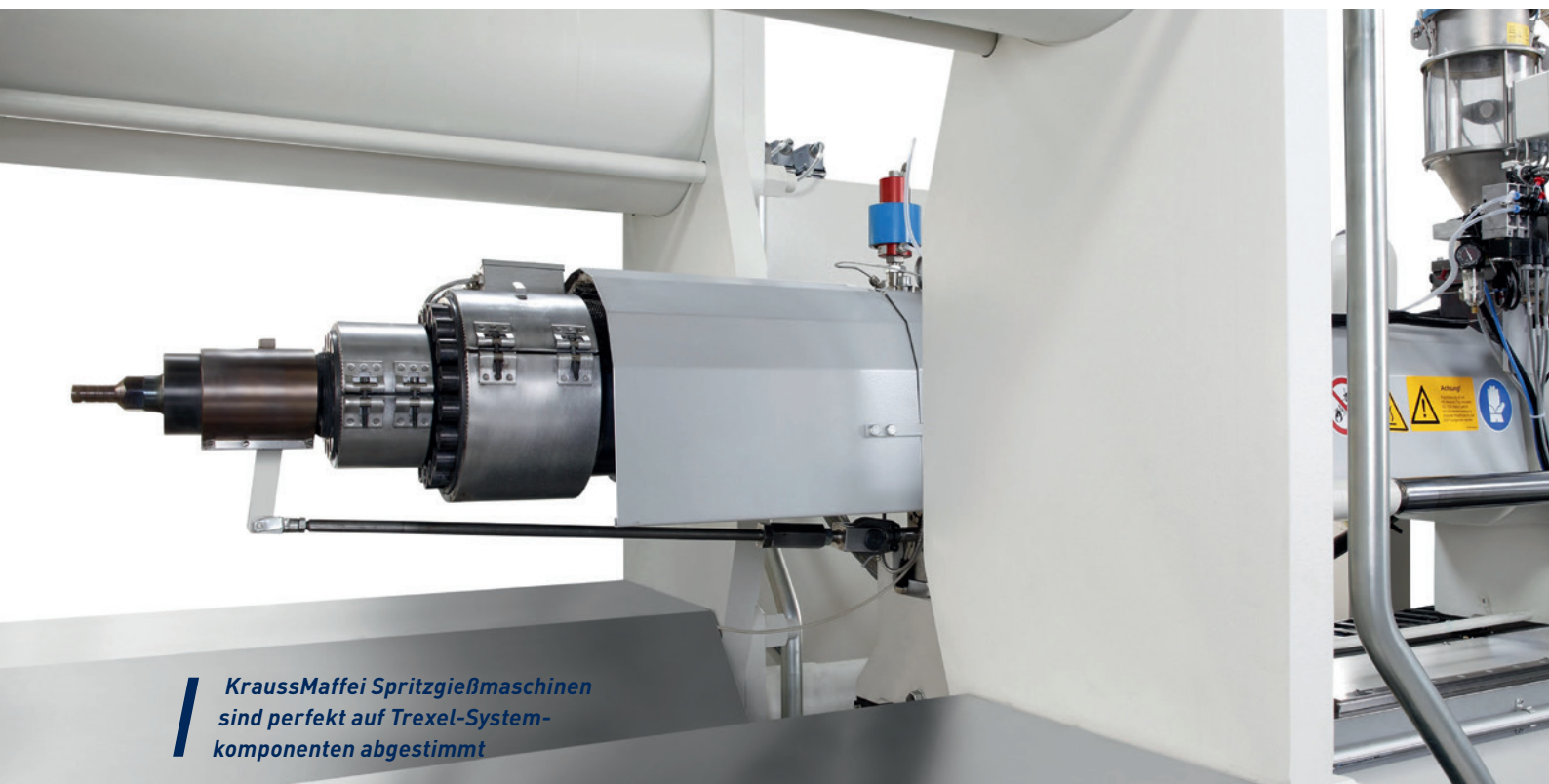
Das selbstoptimierende System von Trexel ermöglicht den vollautomatischen Prozess mit konstantem Massefluss und somit exakt gleichem Gasanteil von Schuss zu Schuss. Ein oder zwei Injektoren injizieren das SCF über den Plastifizierzylinder in die Schmelze. Die Ansteuerung erfolgt über ein zeit- oder weggesteuertes Signal. Eine zusätzliche Rückstromsperre im Mittelteil der Schnecke verhindert ein unerwünschtes Expandieren des Gas-Schmelze-Gemisches in Richtung Einzug. Die Maschinen-Verschlussdüse und der aktive Staudruck halten den Schmelzedruck soweit aufrecht, dass ein Schäumen in der Plastifizierung verhindert wird.

IHRE VORTEILE:

- Hoher Schäumdruck für höhere Dimensionsstabilität und geringere Einfallstellen
- Exakt einstellbare und reproduzierbare Gasbeladung
- Keine Spaltprodukte bei der Ausgasung
- Geringe Gaskosten

TECHNIK IM DETAIL

SPRITZGIESSMASCHINE UND MUCELL®- PERIPHERIE IN PERFEKTER HARMONIE



**KraussMaffei Spritzgießmaschinen
sind perfekt auf Trexel-System-
komponenten abgestimmt**

Alles aus einer Hand

Das MuCell®-Verfahren wird durch die Firma Trexel lizenziert. KraussMaffei setzt die MuCell®-Technologie seit vielen Jahren erfolgreich ein und ist ein bedeutender Einzelabnehmer bei Trexel. Mit der weltweiten Autorisierung für den MuCell®-Direktvertrieb wird diese Technologiekompetenz weiter hervorgehoben. Das bedeutet, Sie können Ihr MuCell®-System direkt als Komplettsystem bei KraussMaffei ordern – ohne Zusatzvereinbarungen mit Dritten und ohne Reibungsverluste im Projektverlauf und inklusive aller Nutzungsrechte.

Absoluter Bedienkomfort

Eine spezielle Schutztürüberwachung durch die MuCell®-Steuerung erlaubt den Staudruck auch bei offener Schutztür aktiv zu halten. Die gasbeladene Schmelze

wird nicht entlastet. Das hat den Vorteil, dass die Anfahrphase selbst sehr kurz und einfach verläuft. Somit erhöht sich die Verfügbarkeit der MuCell®-Anlage bei gleichbleibend hoher Sicherheit für den Bediener.

Plastifizierung optimiert für MuCell®

Die MuCell®-Plastifizierung wird wie alle Plastifizierungen bei KraussMaffei selbst gefertigt und zwar komplett konform zu den Trexel-Richtlinien. Mit einem L/D-Verhältnis von 23 ermöglichen die Schnecken die zuverlässige Erzeugung des Einphasensystems aus Polymer/SCF.

Ein Verschleißschutz sichert die hohe Lebensdauer der Schnecke und gewährleistet gleichbleibende Prozesse. Die Schnecken selbst verfügen über ein Intensivauflöserschmelzteil und eine nachgeschaltete Intensivmischzone.

IHRE VORTEILE:

- Komplettlösung aus einer Hand
- Keine Schnittstellenprobleme
- Aktiver Staudruck (Schnecken-Lagepunkt-Regelung) auch bei geöffneter Schutztüre
- Alle Nutzungsrechte inklusive
- Plastifizierung speziell für MuCell® optimiert
- Komplette Integration in MC6-Steuerung

Der Plastifizierzone folgend ist im Zylinder der Gasinjektor (optional bis zu zwei Injektoren) installiert, der mit der SCF-Dosiereinheit verbunden ist. Eine zweite Rückstromsperre verhindert die vorzeitige Expansion des Gases im Zylinder Richtung Einfüllöffnung.

Verschlussystem für kontrollierte Bedingungen

Die Einspritzeinheiten der Spritzgießmaschinen werden für Kaltkanal-Werkzeuge mit einer Nadelverschlussdüse ausgestattet. Eine verlängerte Eintauchtiefe dieser Düse gewährleistet zusätzlich ein konturnahes Verschließen und verhindert zuverlässig eine ungewollte Expansion im Kaltkanal. Alternativ dazu kann für Werkzeuge mit Nadelverschlussdüsen maschinenseitig eine Drehbolzenverschlussdüse eingesetzt werden.

Totale Kontrolle durch Vollintegration in der MC6-Steuerung

Alle Funktionen der Trexel-Steuerung sind in der KraussMaffei MC6-Maschinensteuerung komplett integriert. Auf eigenen MuCell®-Seiten laufen alle Werte, wie Durchflussraten, Öffnungszeit der Injektoren, Drücke etc. zusammen. Die wichtigsten Prozessparameter können über Toleranzbänder überwacht werden. Dies ermöglicht die Einstellung und Überwachung des gesamten Spritzgießprozesses an zentraler Stelle und bietet zusätzliche Prozesssicherheit durch Vollintegration.

Optionspaket MuCell® – stufenweise nachrüstbar

Jede Neu-, aber auch jede Bestandsmaschine, kann mit geringem Aufwand für den Einsatz von MuCell® vorbereitet beziehungsweise nachgerüstet werden.

Voraussetzungen dafür sind:

- Druckspeicher für erhöhte Einspritzleistung
- Aktive Staudruckregelung inklusive pV-Regelung
- Reduzierte Düsenanpresskraft
- Düsenverschlussbetätigung während der Werkzeugbewegung

Dank der speziellen MuCell®-Steuerung lassen sich alle Prozessparameter zentral über die MC6-Steuerung einstellen

Vorbereitung CellForm und MuCell®:

- Schnittstelle zu MuCell®-Peripherie
- Sicherheitsrelevante Vorbereitungen
- Nadelverschlussdüse HSVN mit zusätzlicher Überwachung
- Aktive Staudruckregelung bei geöffneter Schutztür

Ausrüstungspaket MuCell®:

- MuCell®-Plastifizierung
- MuCell®-Softwarepaket

MuCell®-Peripherie:

- MuCell®-Gasdosieranlage (SCF-System, Druckregelmodul, Injektor, Leitungen)
- Sämtliche Nutzungsrechte inklusive

Option Öffnungsprägen (SGI):

- Parallelitätsregelung (nur für GX und MX erhältlich)
- Prägepaket zum Schließprägen, Expansionsprägen oder Öffnungsprägen, parallel oder sequenziell zum Einspritzprozess



ÖFFNUNGSPRÄGEN OCM (OPEN COMPRESSION MOLDING) SCHÄUMEN MIT EINEM DEFINIERTEN SCHÄUMHUB

Beim Öffnungsprägen wird im Gegensatz zum Standard-TSG-Verfahren die Kavität komplett gefüllt, so dass zunächst ein Expandieren der Schmelze nach dem Einspritzvorgang unterbunden wird. Nach einer kurzen Kühlzeitphase, bei der die Oberfläche erstarrt und sich eine Randschicht gebildet hat, erfolgt ein schneller Schließkraftabbau und ein definiertes Öffnen der Kavität auf ein vorgegebenes Spaltmaß.

Dabei entsteht in Öffnungsrichtung neuer Raum zum Expandieren. Der Druck im noch plastischen Kern des Bauteils fällt und das Gas kann die Kunststoffschmelze in Öffnungsrichtung aufschäumen. Nach der Restkühlzeit wird die Schließe ganz geöffnet und das Bauteil entnommen. Der Werkzeuginnendruck ist bei diesem Verfahren höher als beim Standard-TSG-Verfahren (Niederdruckverfahren), weshalb es auch Hochdruckverfahren bezeichnet wird. Im Laufe der Zeit sind auf dem Markt viele Bezeichnungen für dieses Verfahren entstanden (unter anderem SGI, atmendes Werkzeug, CoreBack-Verfahren, Negativprägen).

Rund um den Öffnungshub

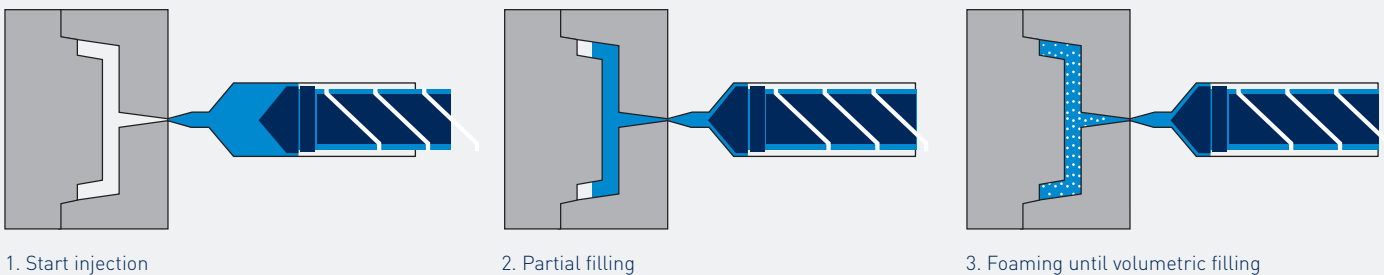
Die Füllung kann rein volumetrisch oder auch mit einer kurzzeitigen Nachdruckphase erfolgen. Der mögliche Öffnungshub hängt von folgenden Faktoren ab:

- Wartezeit zwischen Ende Einspritzen und Beginn Öffnungshub
- Material
- Öffnungsgeschwindigkeit

KraussMaffei bietet für den Öffnungshub ein spezielles Prägepaket in Verbindung mit einer sehr präzisen Parallelitätsregelung an. Hiermit kann bei Bedarf dem Öffnungshub ein Prägehub in Schließrichtung vorgeschaltet werden. Dies eignet sich besonders bei sehr großen oder sehr dünnwandigen Bauteilen an, um mit wenig Druckbedarf die Kavität vollständig und möglichst gleichmäßig füllen zu können (siehe Bild 1a).

1a. Niederdruckverfahren:

Der Schäumgrad entspricht dem Verhältnis voll gefüllte Kavität mit Nachdruck (=kompakt Spritzguß) zu teilgefüllter Kavität.



Ziel und Grenzen des Verfahrens

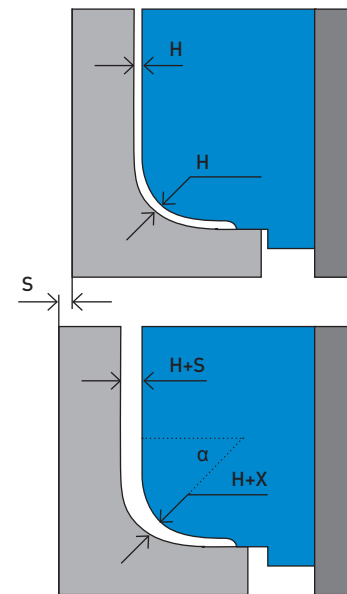
Es gibt drei grundsätzliche Regeln:

1. Möglichst dünnwandig einspritzen um ein möglichst geringes Schußgewicht zu erhalten
2. Nur soweit Aufziehen, um die notwendige Biegesteifigkeit am Bauteil zu erhalten
3. Im Gegensatz zum Niederdruckverfahren, bei dem das Schußgewicht durch die Teilfüllung bestimmt wird (in etwa 85-95 %; siehe Bild 1a), wird beim Hochdruckverfahren OCM das Schußgewicht durch die vollständige Füllung der Kavität definiert. Das Bauteil ist nach dem Einspritzen annähernd kompakt, da kein Raum zum Expandieren vorhanden ist. (siehe Bild 1b)

Um möglichst viel Material und Gewicht einzusparen muss also möglichst dünnwandig eingespritzt werden, was jedoch am Bauteil eine geringe Biegesteifigkeit zur Folge hätte. Der Öffnungshub dient also dazu, das Bauteil dicker zu machen und damit Biegesteifigkeit zu gewinnen. Dabei unterscheidet man zwischen einem Hub, bei dem das gesamte Werkzeug geöffnet wird und einem oder mehreren Hüb, die partiell über Kerne erfolgen. Ersteres ist für flache Bauteile prädestiniert, zweiteres eher für komplexe 3D-Bauteile. Das Verfahren erfordert ein Umdenken während der Konzeptphase da die Geometrie des Bauteiles es erlauben muss einen Öffnungshub zu ermöglichen.

Generell gilt: Das Aufschäumen erfolgt nur in Hubrichtung. In senkrecht zur Hubrichtung oder in Bereichen ohne Hubbewegung entsteht kein neuer Raum sodass hier das Material nicht expandiert (siehe Bild 2) und überwiegend kompakt bleibt. Das kann gezielt in Bereichen eingesetzt werden, in dem besondere Festigkeiten erforderlich sind.

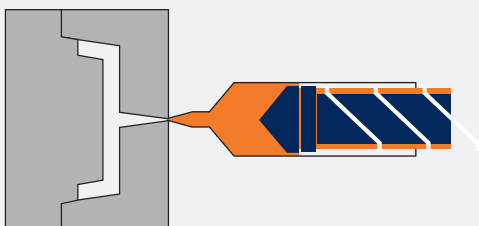
2.



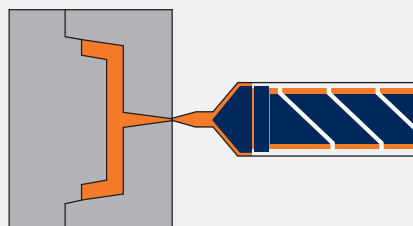
$$X = S \cdot \cos(\alpha)$$

Beim OCM-Verfahren erfolgt das Schäumen nur in Öffnungsrichtung.

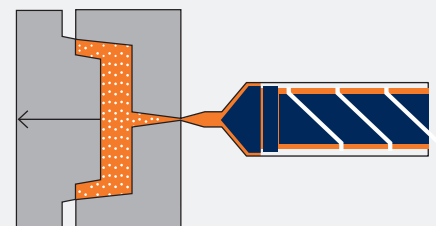
1b. Hochdruckverfahren: Das Bauteil ist nach dem Einspritzen annähernd kompakt, da kein Raum zum expandieren vorhanden ist. Der Schäumgrad wird durch den Hub bestimmt.



1. Start injection



2. Volumetric filling



3. Foaming due to opening stroke

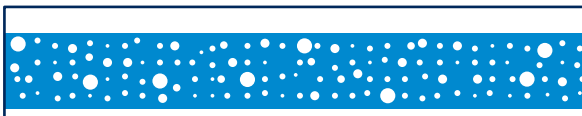
Niederdruck und Hochdruck

Technisch mögliche Hübe können mehr als das Doppelte der ursprünglichen Wandstärke sein. Praktisch notwendige Hübe hängen von der erwünschten Biegesteifigkeit ab. Bei Beachtung der soeben beschriebenen Maßnahmen sind Gewichtsvorteile von 25 % und weit mehr möglich. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist die gleiche Druckverteilung der Schmelze im geschlossenem Werkzeug. Hier hat man im Gegensatz zum Niederdruckverfahren (siehe Bild 4a), eine über den gesamten Fließweg gleichmäßige Start-Bedingung für das Schäumen. Das Ergebnis ist eine quer zur Öffnungsrichtung gleichverteilte Schaumstruktur (siehe Bild 4b). Der Rand des Bauteiles, der durch die Hubbewegung aufgezogen wird, wird durch die kompakte Randschichtbildung an den Ecken gehalten. Dadurch kann eine bauchförmige Kontur am Rand entstehen (siehe Bild 5).

Verfahrenstechnisch sind die Grenzen des Verfahrens dann erreicht, wenn im Kern des Bauteiles die Schaumstruktur abreißt oder delaminiert. Dies kann durch eingeschränkte Öffnungshübe und verfahrenstechnische Maßnahmen einfach und reproduzierbar verhindert werden.

Als das Verfahren entwickelt wurde war KraussMaffei von Beginn an maßgeblich daran beteiligt und hat so viel Erfahrung gesammelt. Entsprechend viele KraussMaffei-Maschinen sind auf dem Markt mit diesem Verfahren. Gerne teilen wir unser Wissen mit Ihnen!

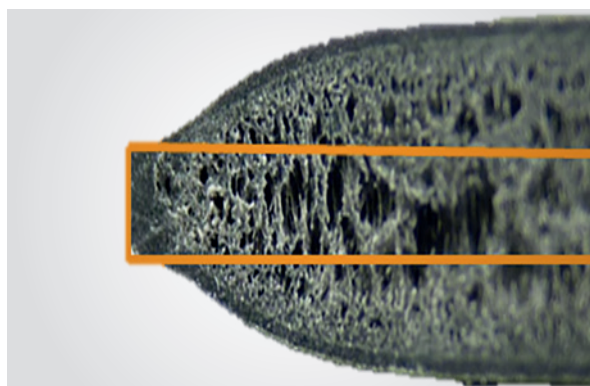
4a. Standard Schäumen (Niederdruckverfahren):



4b. OCM / SGI (Hochdruckverfahren):



5.



WICHTIGSTES AUSSTATTUNGSMERKMAL: EINE HOCHPRÄZISE PRÄGEBEWEGUNG

Das Öffnen des Werkzeugs wurde in der Vergangenheit häufig über werkzeugseitige Gasdruckfedern oder Hydraulikzylinder realisiert. Moderne Maschinen von KraussMaffei können diesem Prozess maschinenseitig über ein optionales Prägepaket mit Parallelitätsregelung ermöglichen.

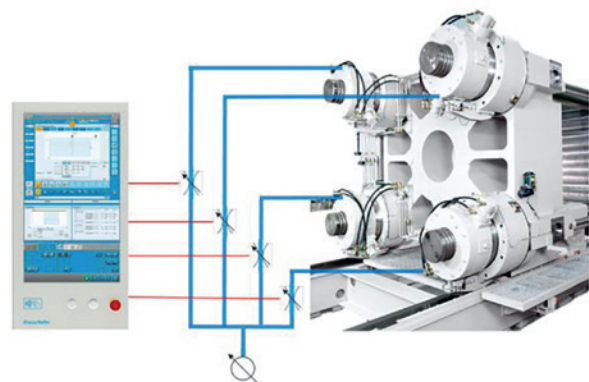
Kern dieses Pakets ist ein Hydraulikkonzept, dass eine gezielte definierte Öffnungsbewegung des Werkzeugs durch ein geregeltes, feindosiertes Hydrauliksystem ermöglicht. Die Öffnungsbewegung wird durch die Öffnungskraft nur der Fahrzylinder oder durch zusätzliche maschinenseitige oder werkzeugseitige Öffnungszyylinder erzeugt. Da die Kavität während des Kühlprozesses geöffnet wird, entsteht die Gefahr, dass Kanten undefiniert auslaufen bzw. überspritzt werden. Je nach Anforderung an das Design ist dieses häufig unerwünscht und kann durch ein Tauchkantenwerkzeug oder einem Werkzeuge mit einem beweglichen, nachlaufenden Konturrahmen verhindert werden. Die Hubbewegung des Rahmens kann durch mechanische Federn oder hydraulisch, durch eine sogenannte Trennebenensteuerung, erfolgen. Um eine Beschädigung bei einer derartigen Werkzeugausführung zu verhindern, muss die Öffnungsbewegung der beiden Werkzeughälften sehr parallel durchgeführt werden. Möglich wird dies durch die von KraussMaffei entwickelte höchst genaue Plattenparallelitätsregelung für die Maschinebaureihe GX- und MX, bei der die vier Druckkissen separat mit je einem Regelventil angesteuert werden.

Die Druckkissen wirken nun der Öffnungskraft geregelt entgegen und gleichen Soll- und Ist-Wert ab. Das dafür notwendige Messsystem ist im Standard an der Schließeinheit. Optional kann ein separates Messsystem am Werkzeugspalt installiert werden. Somit entsteht eine sehr fein geregelte Hubbewegung.

Die maschinenseitige Voraussetzung für eine hohe Prozessqualität sind äußerst stabile Werkzeugaufspannplatten, die sich während der Bewegung weder durchbiegen, noch kippen. KraussMaffei-Maschinen haben diese Bedingungen bereits durch exzellente Plattensteifigkeit in Kombination mit kraftflussoptimierten Gleitschuhen im Standard erfüllt.

Ergo bedarf es sowohl werkzeugseitig als auch maschinenseitig einen höheren Aufwand. Demgegenüber steht eine wesentlich höhere Materialersparnis im Vergleich zum Niederdruckverfahren, was besonders bei hohen Schussgewichten sehr schnell wirtschaftlich werden kann und zu einer signifikanten Erhöhung der Produktivität führen kann.

6.





WELTWEITE KOMPETENZ ZU IHREM VORTEIL DIGITAL & SERVICE SOLUTIONS

Mit einer Maschine von KraussMaffei entscheiden Sie sich für ein Produkt mit höchster Produktivität und Zuverlässigkeit. Über den Maschinenpark hinaus, konzentriert sich KraussMaffei auf ganzheitliche und zukunftsorientierte Lösungen, innovative Geschäftsmodelle und ein innovatives Portfolio an digitalen Produkten.

Kundenservice per Knopfdruck

Digitale Transformation wird für den Kunden so schnell und leicht wie noch nie. Mit zukunftsorientierten Lösungen gestaltet Digital & Service Solutions Ihre Produktionskette noch flexibler und effizienter. KraussMaffei bietet damit ein weltweites rundum sorglos Paket und vernetzt Maschinen und Prozesse miteinander. Unser global Support ist die Basis für Ihren nachhaltigen Erfolg vor Ort.

Individuelle Herausforderungen in der Maschinentechnik bedürfen intelligente Lösungen

Mit unseren Dienstleistungsportfolio begleiten wir Sie entlang des Lebenszyklus der Maschine und orientieren uns dabei in jeder Phase an Ihren individuellen Bedürfnissen. Um Ihren Wünschen gerecht zu werden bieten wir Ihnen ein breites Lösungsspektrum zur höchsten Verfügbarkeit und optimalen Produktivität ihrer Maschinen an.

Alleinstellungsmerkmal Technologie³

KraussMaffei verfügt als weltweit einziger Anbieter über die wesentlichen Maschinentechnologien zur Kunststoff- und Kautschukverarbeitung: Spritzgiess-technik, Automation, Reaktionstechnik und Extrusionstechnik. Mit mehr als 30 Tochtergesellschaften und über zehn Produktionsstätten sowie rund 570 Handels- und Servicepartnern ist KraussMaffei weltweit vertreten. Damit sind wir Ihr kompetenter und ganzheitlicher Partner. Nutzen Sie unser umfangreiches und in der Branche einmaliges Know-how.

Weitere Informationen finden Sie unter:

www.kraussmaffei.com

KRAUSSMAFFEI – PIONEERING PLASTICS



Alle Kompetenzen aus einer Hand

KraussMaffei ist einer der weltweit führenden Hersteller von Maschinen und Anlagen für die Produktion und Verarbeitung von Kunststoff und Kautschuk. Unsere Marke steht für Spitzentechnologie – seit mehr als 180 Jahren. Unser Leistungsspektrum umfasst sämtliche Technologien in der Spritzgieß, Extrusions- und Reaktionstechnik. Dadurch verfügt KraussMaffei über ein Alleinstellungsmerkmal in der Branche. Mit hoher Innovationskraft stellen wir für unsere Kunden mit standardisierten und individuellen Produkt-, Verfahrens-, Digital- und Servicelösungen einen nachhaltigen Mehrwert über deren gesamte Wertschöpfungskette

sicher. Mit unserem Leistungsangebot bedienen wir unter anderem Kunden aus der Automobil-, Verpackungs-, Medizin- und Bauindustrie, sowie Hersteller von Elektrik- und Elektronikprodukten und Haushaltsgeräten.

Weltweit für Sie da

KraussMaffei ist weltweit vertreten. Tochtergesellschaften betreuen Sie in den hellblau hinterlegten Ländern. In den weiß eingefärbten Regionen sind unsere Handels- und Servicepartner für Sie da.

Alle Kontakte finden Sie unter www.kraussmaffei.com

SCHÄUMEN MIT CELLFORM

MIT LEICHTIGKEIT WIRTSCHAFTLICH



kraussmaffei.com