



# Additive für die Optimierung des Druckgie verfahrens

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	Seite 3
2	M�glichkeiten der Optimierung des Druckgieverfahrens	Seite 3
3	Wirkungsweise der Additive im Druckgieverfahren	Seite 4
3.1	Prozessspezifische Kriterien	Seite 4
3.2	Funktionsweise der Filtrationshilfsmittel von Zschimmer & Schwarz	Seite 5
3.3	Vorteile der Anwendung von Filtrationshilfsmitteln	Seite 6
3.4	Anwendungsbeispiele	Seite 6
3.4.1	Porzellanmasse	Seite 6
3.4.2	Sanit�rmasse	Seite 7
3.5	Hinweise zum Einarbeiten der Filtrationshilfsmittel	Seite 8
3.6	Hinweise zum Ausbrennverhalten der Filtrationshilfsmittel	Seite 9
4	Reinigung der Druckgussformen	Seite 9
5	Zusammenfassung	Seite 9
6	Produkt�bersicht	Seite 10

## **1. Einleitung**

Beim konventionellen Schlickergieen wird der Schlicker in eine poröse Gipsform gegeben und über die kapillare Saugkraft der Form entwässert. Während das Wasser durch die Poren entzogen wird, bilden die Rohstoffpartikel an der Formenwand eine zusammenhängende Schicht, den Scherben. Die Dicke des Scherbens wird durch die Verweildauer des Schlickers in der Form bestimmt bzw. beim Kernguss durch den Abstand der Formenhalfen zueinander. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sollte eine möglichst hohe Scherbenbildungsrate erzielt werden. Dies ist aber beim herkömmlichen Verfahren nur bedingt möglich. Weitere Nachteile des konventionellen Gusses sind:

- das notwendige Rucktrocknen der Formen
- der hohe Formenbedarf aufgrund langer Abformzeiten sowie raschen Verschleißes der Gipsformen
- der große Platzbedarf für die Produktion der Gieteile sowie die Lagerung der Formen
- die hohen Entsorgungskosten für die Formen

Aufgrund dieser Nachteile werden die in der traditionellen Gieformgebung eingesetzten Gipsformen nach Möglichkeit durch rationell arbeitende Druckgussmaschinen ersetzt. Im Unterschied zum konventionellen Guss erfolgt beim Druckguss der Wasserentzug nicht über die Kapillaraktivitat der Form, sondern durch Druckbeaufschlagung des Schlickers. Bei dieser Druckfiltration wird das Wasser in die Kapillaren eines porösen Kunststoffmaterials gedrückt. Nach Entnahme des Gielings wird die Form mit Wasser gespült und anschließend wieder mit Schlicker befüllt. Vorteile dieses Verfahrens sind :

- erhöhte Produktivität
- verbesserte Produktqualität
- geringere Stückkosten
- geringerer Platzbedarf
- mögliche Einsparung von Personal

## **2. Möglichkeiten der Optimierung des Druckgieverfahrens**

Die Verarbeitungseigenschaften beim Druckgieen können optimiert werden über

- den Masseaufbau
- das Litergewicht
- die Schlickertemperatur
- verfahrenstechnische Parameter wie Druck und Zeit
- die Verwendung chemischer Hilfsmittel

Über den Aufbau der Masse können Schlicker- und Scherbenbildungseigenschaften beeinflusst werden. Geringe Feinkornanteile begünstigen die Scherbenbildung, wirken sich aber negativ auf die Grunfestigkeit aus. Eine Senkung des Litergewichtes kann bei gleichzeitiger Reduzierung des Verflussigergehaltes zu einer Beschleunigung der Scherbenbildung beitragen. Die Erhöhung der Schlickertemperatur verringert die Viskosität des Schlickers und begünstigt damit ebenfalls die Entwässerung. Maschinenparameter wie die Höhe des aufzubringenden Druckes sowie die Zeitdauer der Druckbeaufschlagung müssen auf die herzustellenden Artikel, insbesondere die gewünschte Scherbenstärke, abgestimmt werden.

Neben der Einflussnahme über verfahrenstechnische und massespezifische Größen ist die weitere Optimierung der Entwässerung sowie der Scherbeneigenschaften mit der Verwendung folgender chemischer Hilfsmittel möglich:

- Verflussigungsmittel
- Filtrationshilfsmittel
- Temporäre Bindemittel

Der Einsatz von Verflussigungsmitteln ermöglicht das Arbeiten mit hohen Feststoffgehalten. Durch die Verwendung temporärer Bindemittel kann die Trockenbruchfestigkeit der Artikel gesteigert werden.

Den entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der Verarbeitungseigenschaften im Druckgieverfahren leisten Filtrationshilfsmittel. Durch ihre Anwendung wird die Entwässerung des Schlickers beschleunigt und vergleichmäßigt, was neben einem homogeneren Scherbengefuge zu geringeren Formgebungszeiten und damit zur Rationalisierung des gesamten Fertigungsablaufes führt.

### 3. Wirkungsweise der Additive im Druckgieverfahren

Im Wesentlichen wird bei Druckgussmassen mit einem auf das Fertigungsverfahren optimal abgestimmten Feinkornanteil gearbeitet. Konventionelle Massen enthalten einen erhöhten Feinkornanteil und weisen dadurch gute Grunfestigkeiten auf. Der hohe Feinkornanteil wirkt sich aber nachteilig auf das Entwässerungsverhalten aus, da die Feinstteilchen aufgrund ihrer hohen Wanderungsgeschwindigkeit eine kompakte Haut an der Formenwand bilden. Diese Haut behindert den weiteren Transport des Wassers in die Form, wodurch die Scherbenbildungsrate abnimmt. Ein hoher Feinkornanteil macht deshalb den Zusatz eines Hilfsmittels notwendig, das diese Partikel agglomeriert und damit eine bessere Wasserdurchlässigkeit ermöglicht.

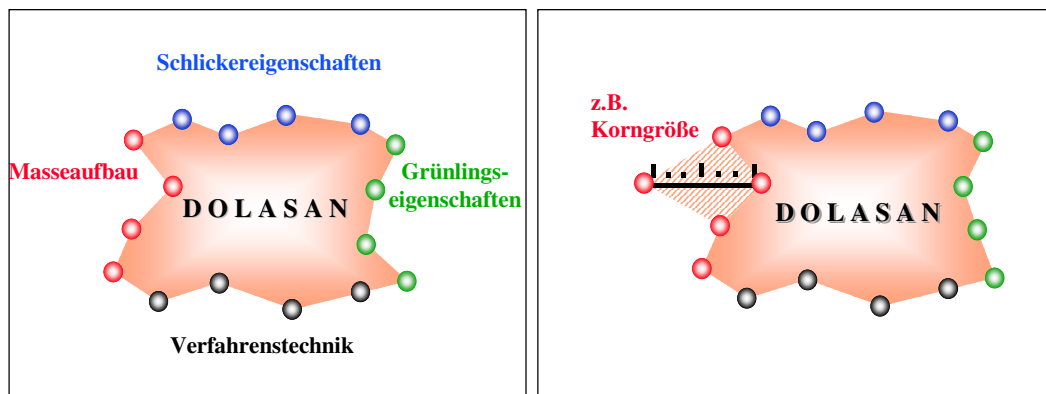
Unerwünschte Nebenwirkungen, wie ein starker Anstieg der Viskosität des Schlickers oder eine ungenügende Standfestigkeit des Scherbens nach dem Entformen, können durch die Anwendung eines an die Betriebsbedingungen angepassten Filtrationshilfsmittels in Kombination mit einem passenden Verflussigungsmittel und nach Bedarf einem temporären Bindemittel vermieden werden.

#### 3.1. Prozessspezifische Kriterien

Das Anforderungsprofil eines Filtrationshilfsmittels wird durch vier Einflussgrößen bestimmt, die in enger Wechselwirkung stehen:

- Masseaufbau
- Schlickereigenschaften
- Verfahrenstechnik
- Grunlingseigenschaften

Hierdurch wird ein Verarbeitungsfenster definiert, in dem das Filtrationshilfsmittel wirksam sein muss. Dies ist in Abbildung 1 (linke Seite) schematisch dargestellt.



**Abb. 1: Anforderungsprofil eines Filtrationshilfsmittels und Anpassung bei Profiländerung**

Zu den massespezifischen Parametern gehören die Rohstoffzusammensetzung, die spezifische Oberfläche und die Korngrößenverteilung.

Die Schlickereigenschaften werden durch den Feststoffgehalt, die Massezusammensetzung, den Härtegrad des Wassers und die Schlickertemperatur beeinflusst. Ausführliche Erläuterungen zu diesem Thema werden in der **Fachinformation „Wirkmechanismen von Verflüssigungs- und Dispergiermitteln in keramischen Massen“** gegeben.

Wichtige Grunlingseigenschaften sind Dicke und Standfestigkeit des Scherbens. Der Gefugeaufbau sollte homogen sein und die Schwindung muss in akzeptablen Grenzen liegen. Über die Verfahrenstechnik wird der Druck und die Zeitdauer des Formgebungsvorganges gesteuert.

Jede Masse, jeder Schlicker, jeder herzustellende Grünling und jede installierte Verfahrenstechnik erfordert eine angepasste spezifische Lösung. Durch entsprechende Variation des Filtrationshilfsmittels wird diese Anpassung möglich. Abbildung 1 (rechte Seite) soll dies verdeutlichen.

Zschimmer & Schwarz bietet deshalb unter der Bezeichnung DOLASAN unterschiedliche Filtrationshilfsmittel an, die konfektionierte Lösungen für verschiedene masse- und verfahrensspezifische Ausgangsbedingungen garantieren.

### 3.2. Funktionsweise der Filtrationshilfsmittel von Zschimmer & Schwarz

Das Filtrationshilfsmittel kann in der Druckgietechnologie folgende drei Funktionen erfüllen:

- Verflüssigung des Schlickers
- **definierte, druckstabile Vernetzung des Feinstkornanteiles**
- temporäre Bindung des Grnlings

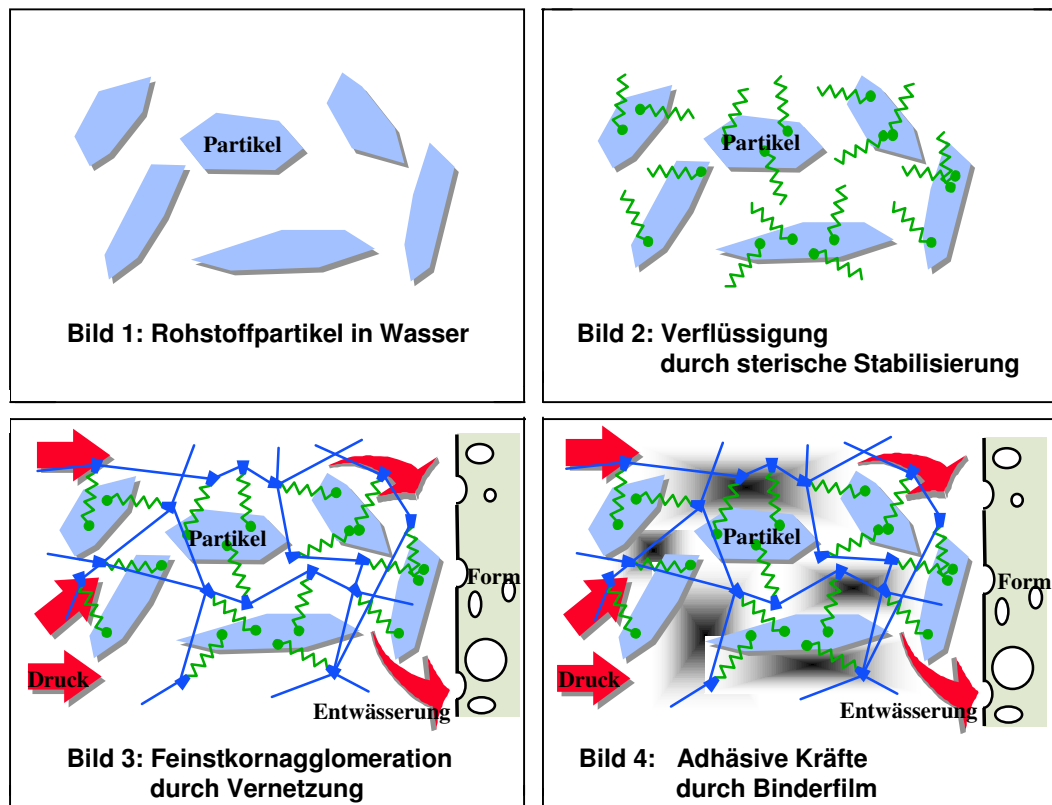
Die verflssigende Wirkung ermöglicht in Kombination mit einem passenden Verflssigungsmittel ein Verarbeiten des Schlickers mit hohen Feststoffgehalten bei akzeptablen Viskosittswerten.

Durch die vernetzende Wirkung wird der Feinkornanteil so agglomeriert, dass gleichzeitig Wanderungswege für das Wasser erhalten bleiben und so die Entwässerung beschleunigt wird. Der Scherben wird hierdurch im Gefgeaufbau homogener und lässt sich nach kürzerer Zeit entformen.

Die bindende Wirkung verbessert die Standfestigkeit der Artikel unmittelbar nach dem Entformen.

Durch die gezielte Zusammensetzung der Filtrationshilfsmittel können diese drei Funktionen auf die Betriebsbedingungen des Kunden abgestimmt werden.

In Abbildung 2 sind die einzelnen Funktionen der Filtrationshilfsmittel in Zusammenhang mit der Wirkungsweise der ebenfalls eingesetzten Verflssigungsmittel und temporären Bindemittel schematisch dargestellt.



**Abb. 2: Wirkungsweise der Additive im Druckgieverfahren**

Bild 1 der Abbildung 2 zeigt in Wasser verteilte keramische Rohstoffpartikel.

Die verflssigende Wirkung, verursacht durch Filtrationshilfsmittel sowie Verflssigungsmittel, ist in Bild 2 dargestellt. Diese Wirkung wird durch eine sterische, also räumliche, Stabilisierung erzielt. Die Stabilisierung wird erreicht, indem sich die positiv geladenen Funktionsgruppen des Additivs an die negativ geladenen Partikeloberflchen anlagern, während die negativ geladenen Funktionsgruppen der Polymerketten des Additivs (grün dargestellt) einander abstoßen. Durch diese kontrollierten Anziehungs- und Abstoßungskräfte wird eine gleichmäßige Verteilung der Partikel im Schlicker und damit eine optimale Dispergierung erreicht.

Bild 3 zeigt schematisch die agglomerierende Wirkung des Filtrationshilfsmittels (blau dargestellt). Beim Druckgieprozess wird von außen Druck auf den Schlicker ausget, um das Wasser möglichst schnell in Richtung Formenwand zu befördern. Eine optimale Entwässerung wird dabei erreicht, indem folgende Bedingungen erfüllt werden:

- Die Agglomeration der Feinstpartikel verhindert deren Eindringen in die Kapillaren der Form sowie den Aufbau einer Feinkornbarriere, die die weitere Entwässerung behindern würde.
- Die Agglomeration findet über den Aufbau eines druckstabilen Netzwerks statt, welches garantiert, dass die Wanderungswege für das Wasser erhalten bleiben.

Dies führt zur Beschleunigung der Entwässerung und damit zur Erhöhung der Scherbenbildungsrate. Die bindende Wirkung des Filtrationshilfsmittels entsteht infolge der beschriebenen Vernetzung.

Die Zugabe eines temporären Bindemittels, zusätzlich zum Filtrationshilfsmittel, bewirkt die Bildung eines Films, der die Rohstoffpartikel umhüllt, so dass zwischen ihnen adhsive Kräfte wirken (Bild 4). Die hierdurch erzielte Erhöhung der Trockenbruchfestigkeit kann insbesondere bei großen Formkörpern oder außergewöhnlich rissanflligen Artikeln notwendig sein.

### 3.3. Vorteile der Anwendung von Filtrationshilfsmitteln

Durch die Verwendung der Filtrationshilfsmittel von Zschimmer & Schwarz können folgende Vorteile erzielt werden:

- Druckgussfhigkeit bisher konventionell verarbeiteter Massen
- Einsatz von Druckgussmassen mit höherem Feinkornanteil
- Erhöhung der Scherbenbildungsrate aufgrund besserer Wasserdurchlässigkeit
- Verbesserung der Homogenität des Scherbens
- Erhöhung der Standfestigkeit der entformten Teile
- Verkürzung der Formgebungszeiten

Um entsprechend den Betriebsbedingungen der einzelnen Kunden die optimale Lösung anbieten zu können, stehen als Filtrationshilfsmittel verschiedene DOLASAN-Typen zur Auswahl.

DOLASAN 24 beeinflusst die Viskosität kaum. DOLASAN 34 bewirkt eine etwas höhere Viskosität des Schlickers. Die Filtrationseigenschaften unterscheiden sich bei Einsatz der verschiedenen Typen nur in geringem Maß.

Durch die verwendeten Verflssigungsmittel und temporären Bindemittel werden die beschriebenen Effekte ebenfalls beeinflusst. Deshalb ist immer in Vorversuchen zu testen, welches Filtrationshilfsmittel für die entsprechende Masse die optimale Wirkung zeigt.

### 3.4. Anwendungsbeispiele

Am Beispiel einer Porzellanmasse und einer Sanitrmasse soll gezeigt werden, welchen Einfluss DOLASAN auf die Schlicker- und Filtrationseigenschaften hat.

Für die Untersuchungen wurde jeweils 1 kg trockene Masse mit der entsprechenden Menge Anmachwasser, einem wirksamen Verflüssiger und DOLASAN versetzt. Die Homogenisierung erfolgte über eine Dauer von 30 Minuten mit einem Vollrath-Rührer bei 750 UpM. Die Viskosität des Schlickers wurde gemessen mit:

- Gallenkamp-Viskosimeter (sofort und nach 1 min)
- Brookfield-Viskosimeter

Die Gießversuche beinhalteten zum einen den konventionellen Guss von Bechern, da die Filtrationshilfsmittel auch im herkömmlichen Verfahren Vorteile bewirken. Die Standzeit des Schlickers in der Gipsform betrug hierbei 15 Minuten. Zum anderen wurden im Druckguss in drei Arbeitstakten Scheiben mit einem Durchmesser von 11,5 cm hergestellt. Im ersten Takt wurde der Schlicker zur Schonung der Form vorerst mit niedrigerem Druck beaufschlagt. Im zweiten Takt wurde bei hohem Druck der Scherben gebildet. Im dritten und letzten Abschnitt wurde dieser nach dem Abgießen des überschüssigen Schlickers verfestigt.

Nach Trocknung der Artikel bei  $110 \pm 5$  °C bis zur Gewichtskonstanz wurden die Scherbenstrken gemessen.

#### 3.4.1. Porzellanmasse

Die Filtrationseigenschaften der Porzellanmasse, die schon im Druckguss verarbeitet wird, sollten durch Zugabe eines Filtrationshilfsmittels verbessert werden. Die Parameter der Masse sowie das Druck-Zeit-Profil der Druckgussversuche sind in Tabelle 1 festgehalten.

Feststoffgehalt	Litergewicht	Takt	Druck-Zeit-Profil	
			Druck [bar]	Zeit [s]
68 %	1.725 g/l	1	5	30
		2	20	120
		3	4	90

**Tab. 1 Parameter der Porzellanmasse**

In Versuch 1 wurde mit der Standardverflüssigung des Auftraggebers gearbeitet.

In Versuch 2 wurde der Verflüssiger ausgetauscht und damit bei gleichbleibendem Litergewicht eine geringere Viskosität sowie eine Steigerung der Scherbenstärke im konventionellen Guss und im Druckguss erreicht.

In Versuch 3 wurden bei gleichbleibendem Verflüssigergehalt zusätzlich 0,15% des Filtrationshilfsmittels DOLASAN 24, bezogen auf den Feststoffgehalt des Schlickers, zugegeben. Hierdurch nahm die Viskosität des Schlickers gegenüber der Standardeinstellung sowie gegenüber dem Versatz ohne Filtrationshilfsmittel weiter ab. Im Druckguss konnte die Scherbenbildung beschleunigt und damit die Scherbenstärke weiter gesteigert werden. Daneben konnten die im Versuch 2 gegenüber der Standardeinstellung erhöhten Thixotropiewerte wieder gesenkt werden.

Versuch 4 zeigte bei gleichbleibendem Filtrationshilfsmittelgehalt und veringertem Verflüssigerzugabe etwas höhere Viskositäts- und Thixotropiewerte, aber eine weitere Beschleunigung der Scherbenbildung. Die detaillierten Ergebnisse der beschriebenen Versuche sind aus Tabelle 2 zu ersehen.

Versuch	1	2	3	4
	0,45 % Wasserglas	0,25 % DOLAPIX SPC 7	0,25 % DOLAPIX SPC 7 0,15 % DOLASAN 24	0,20 % DOLAPIX SPC 7 0,15 % DOLASAN 24
Gallenkamp 1 (°)	314	325	339	312
Gallenkamp 2 (°)	311	317	337	291
Brookfield (mPas)	390	270	150	260
Scherbenstärke konventionell (mm)	3,0	4,3	4,3	5,7
Steigerung Scherbenstärke (%)		+ 43,3	+ 43,3	+ 90,0
Scherbenstärke Druckguss (mm)	5,8	8,5	9,8	11,9
Steigerung Scherbenstärke (%)		+ 46,6	+ 69,0	+ 105,2

**Tab. 2 Versuchsergebnisse der Porzellanmasse**

### 3.4.2. Sanitärmasse

Die Parameter der ebenfalls schon im Druckgießverfahren eingesetzten Sanitärmasse sowie das Druck-Zeit-Profil der Druckgussversuche sind aus Tabelle 3 zu entnehmen.

Feststoffgehalt	Litergewicht	Takt	Druck-Zeit-Profil	
			Druck [bar]	Zeit [s]
72,5 %	1.819 g/l	1	5	30
		2	15	600
		3	4	180

**Tab. 3 Parameter der Sanitärmasse**

Der Versuch 5 wurde als Referenzprobe gefahren.

Bei Zusatz von 0,10 % DOLASAN 34 im Versuch 6 blieb die Viskosität bei fast unveränderter Thixotropie des Schlickers trotz verringerter Verfl ssigerzugabe annähernd konstant. Im Vergleich zur Referenzprobe konnte die Scherbenbildung sowohl im konventionellen Guss als auch im Druckguss beschleunigt und damit die Scherbenst rke erhöht werden.

Die detaillierten Ergebnisse sind in Tabelle 4 festgehalten.

Aufgrund des guten Entw sserungsverm gens von DOLASAN konnte bei der Waschtischproduktion neben der Scherbenbildungszeit auch die Nachpresszeit verkürzt werden. Beim Ausformen war der Gieling über den gesamten Querschnitt fest.

Versuch	5	6
	0,20 % GIESSFIX ZS	0,15 % GIESSFIX ZS 0,10 % DOLASAN 34
Gallenkamp 1 (�)	317	316
Gallenkamp 2 (�)	312	309
Brookfield (mPas)	360	380
Scherbenst�rke konventionell (mm)	3,5	4,4
Steigerung der Scherbenst�rke (%)		+ 25,7
Scherbenst�rke Druckguss (mm)	9,9	12,0
Steigerung der Scherbenst�rke (%)		+ 21,2

**Tab. 4 Versuchsergebnisse der Sanit rmasse**

Die folgende Tabelle 5 enthält ein Beispiel, das die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von DOLASAN belegt.

	Sanit�rmasse ohne Filtrationshilfsmittel	Sanit�rmasse + 0,10 % DOLASAN 34
Gesamtzyklus (min)	20	18
St�ckzahl pro Zyklus	8 Waschbecken	8 Waschbecken
Scherbenbildungszeit (min)	10	8
St�ckzahl in 8 Stunden	192 Waschbecken	213 Waschbecken
Steigerung des Ausstoßes		<b>+11 %</b>

**Tab. 5 Steigerung des Ausstoßes unter Verwendung von DOLASAN**

Wie Tabelle 5 zeigt, ist es möglich, durch Zusatz von 0,10 % DOLASAN 34 in einer Schicht die produzierte Stückzahl um 11 % zu steigern. Berücksichtigt man, dass je nach betrieblichen Gegebenheiten zusätzlich die Verfl ssigermenge reduziert werden kann, so ergibt sich ein beträchtliches Einsparpotential.

### 3.5. Hinweise zum Einarbeiten der Filtrationshilfsmittel

Um eine optimale Verteilung von DOLASAN in der Masse zu gewährleisten, sollte das Filtrationshilfsmittel bereits dem Anmachwasser zugesetzt werden. Anschließend erfolgt die Zugabe von Verfl ssigungsmittel und Masse.

Ein Einarbeiten in den fertigen Schlicker ist ebenfalls möglich. In diesem Fall sollte DOLASAN zuvor mit Wasser im Verhältnis 1 : 3 gemischt und unter Verwendung eines schnell laufenden Rührers langsam zudosiert werden. Beim Einarbeiten der Lösung in den Schlicker kann es, bedingt durch die Vernetzung des Feinkornanteils, zu einem Anstieg der Viskosität kommen. Die Viskosität nimmt aber während der Homogenisierung wieder ab. Eine Nachstellung kann ggf. durch Zugabe von Wasser oder Verfl ssigungsmittel erfolgen.

### 3.6. Hinweise zum Ausbrennverhalten der Filtrationshilfsmittel

Rohstoffbasis der Filtrationshilfsmittel sind organische Polymere, die beim Erhitzen über ein breites Temperaturintervall gleichmäßig ausbrennen. Der Glührückstand von DOLASAN beträgt max. 0,1 %.

Abbildung 3 zeigt zur Verdeutlichung dieser Aussagen die GTA - Kurve von DOLASAN 24.

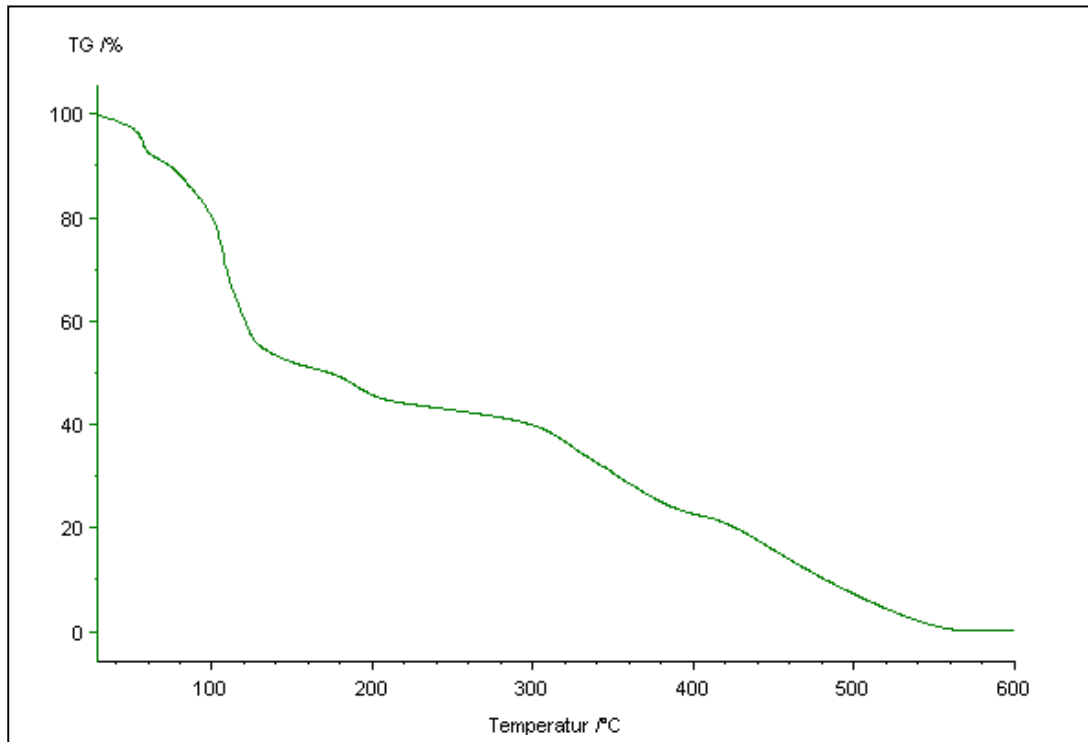


Abb. 3 TG-Kurve von DOLASAN 24

### 4. Reinigung der Druckgussformen

Bei der Druckgieformgebung lagern sich im Lauf der Zeit Feinpartikel in den Kan len der Druckgussformen ab und verstopfen diese. Hierdurch nimmt die Aufnahmefähigkeit ab. Zur Reinigung der Formen bietet Zschimmer & Schwarz ein pH-neutrales, schadstoffarmes Reinigungsmittel an. Dessen Wirkung beruht auf zwei Prinzipien:

- Verkrustungen werden durch die gute Benetzungswirkung gelöst
- mehrwertige Kationen wie Calcium, Magnesium oder Aluminium werden komplexiert und mit dem Reinigungswasser ausgespült

Die Komplexierung mehrwertiger Kationen wird in der **Fachinformation "Wirkmechanismen von Verfl ssigungsmitteln und Dispergiermitteln in keramischen Massen"** erläutert.

### 5. Zusammenfassung

Die Verarbeitungs- und Erzeugniseigenschaften im konventionellen Guss oder im Druckguss gefertigter Artikel können durch die Verwendung chemischer Hilfsmittel positiv beeinflusst werden. Hierzu gehören neben Verfl ssigungsmitteln und temporären Bindemitteln vor allem die Filtrationshilfsmittel.

Ziel der Verwendung von Filtrationshilfsmitteln ist es, die Fertigungszeit zu reduzieren und damit die Produktivität zu steigern. Dies wird durch eine Beschleunigung der Scherbenbildung sowie eine Verkürzung der Nachverfestigungszeit erreicht. Der entformte Artikel weist einen homogenen Gef geaufbau und eine bessere Standfestigkeit auf.

Die Wirkungsweise der Filtrationshilfsmittel von Zschimmer & Schwarz kann durch Variation der enthaltenen Komponenten auf die Erfordernisse des Kunden eingestellt werden. So ist je nach Bedarf die Optimierung in Richtung Verflüssigung, Vernetzung oder Bindung möglich.

Der Einsatz der Filtrationshilfsmittel ist nicht auf silikatkeramische Massen beschränkt. Eine Nutzung in anderen Keramiken ist denkbar und muss durch den jeweiligen Anwender überprüft werden.

**6. Produktübersicht**

Abbildung 4 zeigt abschließend einige Standardprodukte von Zschimmer & Schwarz, die im Druckgieverfahren eingesetzt werden.

Verfl�ssigungsmittel	Filtrationshilfsmittel	Temporäre Bindemittel	Reinigungsmittel für Kunststoffformen
GIESSFIX ZS GIESSFIX 162 DOLAPIX PC 67 DOLAPIX SPC 7	DOLASAN 24 DOLASAN 34	OPTAPIX AC 95 OPTAPIX AC 112	GLYDOL 1131

**Abb. 4 Standardprodukte von Zschimmer & Schwarz für das Druckgieverfahren**

Vorteilhaft ist, dass alle genannten Hilfsmittel sowohl separat eingesetzt werden können als auch untereinander kombinierbar sind. Dem Keramikhersteller steht hiermit nicht nur ein Additiv, sondern ein aufeinander abgestimmtes Additivsystem zur Verfügung, das an die jeweiligen Betriebsgegebenheiten angepasst werden kann.