# Kern- und Formherstellung aus Furanharzformstoff für Gussstücke aus Grau- und Sphäroguss

ASKCHEMICALS
We advance your casting

Die vorliegenden Ausführungen wurden sorgfältig erarbeitet und geprüft. Sollten sich dennoch Fehler eingeschlichen haben, bitten wir, diese zu entschuldigen. Auch übernehmen die Autoren und die ASK Chemicals GmbH für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen keine Haftung. Die gesamten Ausführungen einschließlich der Abbildungen sind geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung der Autoren unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen sowie die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Medien.

# Inhalt

Vorwort ..... 5

**Einleitung:**

Bevor es los geht ..... 6

Allgemeine Informationen ..... 7

Verarbeitungszeiten von Furanformstoffen ..... 8

Formstoffe sorgfältig verdichten ..... 13

Qualität des Regeneratsandes ..... 14

**Arbeitsschritte:**

Kernfertigung ..... 15

Formfertigung ..... 17

Schlichten von Kernen u. Formen ..... 18

Formfüllung ..... 24

Abheben und Modellziehen ..... 26

Formzusammenbau – Kerne einlegen ..... 28

Gießfertigmachen der Form ..... 29

Quellen und Schrifttum ..... 30

Anhang ..... 31

# Geleitwort zur 1. Auflage

In der heutigen Zeit stetig rückläufiger Zahlen von ausgebildeten Fachkräften im Gießereibereich, insbesondere im Handformbereich, soll dieses Anwenderhandbuch den Gießerei-Mitarbeiter bei den Abläufen einer optimalen Kern- und Formherstellung unterstützen. Das Handbuch gibt wesentliche Hintergrundinformationen, schildert die grundlegenden Arbeitsschritte und teilt mit dem Leser wertvolle Tipps.

Gleichzeitig können die Ausführungen helfen, die Abläufe in der Kernmacherei und Formerei ein stückweit zu standardisieren und somit beherrschbarer zu machen.
Ich hoffe unser Anwenderhandbuch zur Kern- und Formherstellung aus Furanharzformstoff gefällt Ihnen und unterstützt Sie bei Ihrer täglichen Arbeit.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre und verbleibe mit einem herzlichen Glückauf!

Jörg Brotzki
Executive Vice President EMEA

# Vorwort des Autors zur 1. Auflage

Das vorliegende Handbuch befasst sich mit den in den meisten Handformereien vorliegenden Fertigungsschritten zur Kern- und Formherstellung.
Los geht es mit allgemeinen Informationen zu den Themen Furanharzformen und Regeneratsanden.
Im Anschluss daran folgen detaillierter die einzelnen Arbeitsschritte von der Kernherstellung bis zum Gießfertigmachen der Form.

Das Buch erhebt selbstverständlich nicht den Anspruch, eine Enzyklopädie der Formherstellung zu sein. Es war nicht beabsichtigt, ein umfangreiches Lehr- oder Nachschlagewerk zu erstellen, sondern ein kleines Handbuch, welches dazu verhelfen soll, fehlerfreien guten Guss – beginnend mit der Kern- und Formherstellung – zu erzeugen.
Zahlreiche tiefer gehende Details, die mit dem Furanharzformverfahren einhergehen, wurden absichtlich weggelassen, um das Prinzipielle hervorzuheben. Trotzdem hoffe ich auch auf das Interesse der Fachkollegen, die als Leser vielleicht an der einen oder anderen Stelle einen Nutzen ziehen können.

Der persönliche Aufwand für die Ausarbeitung eines solchen Handbuches ist nicht unerheblich, die umfangreiche Arbeit hätte ohne Unterstützung von Fachkollegen nicht erfolgreich durchgeführt werden können, ihnen gilt mein Dank. Insbesondere möchte ich Herrn Antoni Gieniec, ASK Chemicals, für seine Unterstützung danken. Aus dieser Zusammenarbeit resultieren zahlreiche Anregungen bezüglich Inhalt und Ausführung.
Das gleiche gilt für die kritische Durchsicht, lektorische Überarbeitung und Gestaltung des Layouts an Frau Verena Sander, ASK Chemicals.

An kritischen Hinweisen und ergänzenden Verbesserungen für folgende Auflagen sind wir selbstverständlich interessiert.

Glück auf!
Ulf Knobloch

# Bevor es los geht

**Nur wo Ordnung herrscht, kann auch ordentlich gearbeitet werden. Halten Sie den Arbeitsplatz stets sauber. Werkzeuge (Lanzette, Stampfer, Hammer, Abziehbrett, Schleifklotz, Schleifpapier, usw.) müssen immer griffbereit liegen.**

Zu Schichtbeginn sind die Mischer zu kontrollieren:

- Ist die Mischerwelle sauber?
- Sind alle Schaufeln fest und in der richtigen Stellung?
- Ist die Harz- und Säureversorgung gewährleistet?
- Sind die Sandbunker gefüllt?

Gibt es Abweichungen am Mischer, müssen diese rechtzeitig der Instandhaltungsabteilung gemeldet und beseitigt werden. Das gleiche gilt, wenn der Eindruck entsteht, die Mischereinstellungen hätten sich verändert – u.a. ist dies an der Aushärtegeschwindigkeit zu erkennen.

# Allgemeine Informationen

Das Furanharzformverfahren ist im Vergleich zum Eisenguss ein junges Verfahren.

Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Vermischen der Komponenten Formsand, Binder und Härter die Aushärtung selbstständig abläuft. Die hier stattfindende Reaktion wird Polykondensation genannt (Abbildung 1). Im Gießereilexikon wird der Polykondensationsprozess wie folgt beschrieben:

**Polykondensationsprozess:**

Anlagerung von Grundmolekülen zu einem Makromolekül unter Abspaltung eines niedermolekularem Nebenproduktes[1]. Das ist in der Regel Wasser.

Die chemische Reaktion setzt sofort durch das Zusammenbringen der Komponenten Formsand (Regenerat und/oder Neusand), Binder (Furanharz) und Härter (Säure) ein. Dennoch kann der Formstoff noch verarbeitet werden. Die dafür zur Verfügung stehende Zeit hängt hauptsächlich von dem verwendeten Bindemittelsystem (Harz und Härter) und dem Verhältnis Binder zu Härter ab. Diese Zeit wird **„Verarbeitungszeit“** oder auch **„Bench-Life-Time“** genannt.

Der Bereich der Vorhärtung oder Anhärtung wird anhand der Druckfestigkeit gemessen.

Nach dem Übergang von geschlossener in die offene Härtung, ist die Messung der Biegefestigkeit möglich.

[1] Giesserei Lexikon (1997), 17. Auflage, S. 953

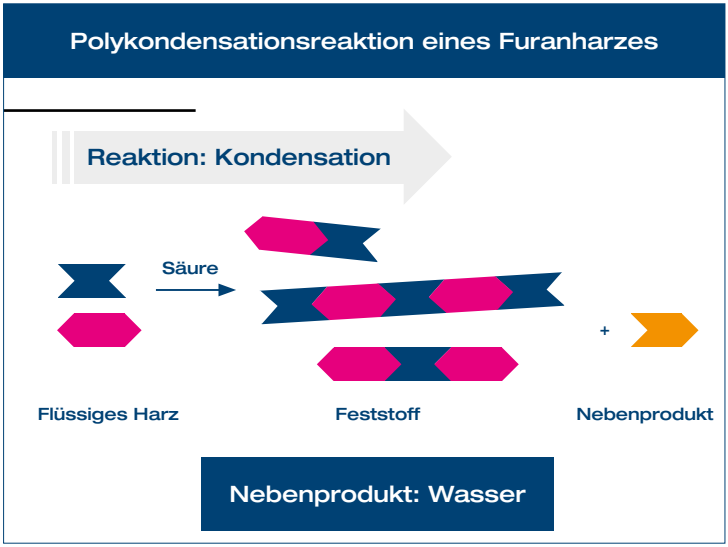



Abbildung 1
Polykondensations-
reaktion eines
Furanharzes

# Verarbeitungszeiten von Furanformstoffen

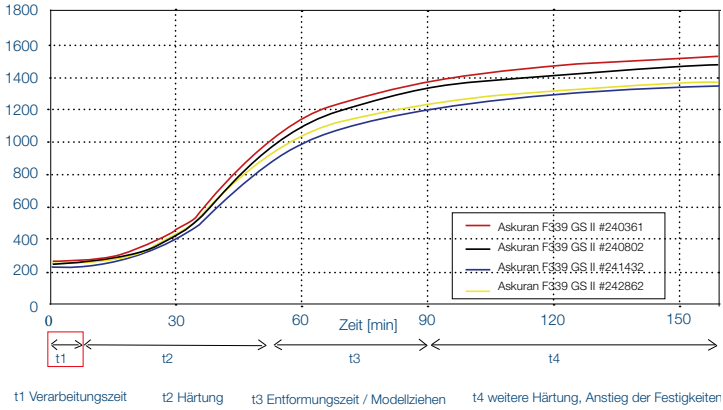



Diagramm 1: grundsätzlicher Härtungsverlauf Furanharzformstoff Ultraschallmessung

**Ist die Verarbeitungszeit abgelaufen, darf die begonnene Reaktion der Aushärtung nicht mehr gestört werden.**

**Alle An- und Aushärtevorgänge verlaufen nach diesem Diagramm. Dies bedeutet aber auch, dass die Verarbeitung des Formstoffes an diese Zeitfenster gebunden ist und sich die Arbeitsabläufe daran orientieren müssen!**

Beachtenswert sind die kurzen Verarbeitungszeiten, die dem Werker zur Verarbeitung des Formstoffes zur Verfügung stehen. Neben Verdichtungsfehlern durch schlecht zugängliche Kern- oder Formpartien ist vor allem die Verarbeitung des Formstoffes über seine Verarbeitungszeit hinaus, durch Zerstörung der bereits gebildeten Binderbrücken, Hauptursache für Gussfehler, wie Vererzungen oder Anbrennungen.

Wichtige Einflussfaktoren, welche die Aushärtung des Formstoffes beeinflussen, sind:

- Harz- und Härteranteil
- Regeneratanteil
- Regeneratqualität
- Formstofftemperatur
- Formstofffeuchte
- Umgebungstemperatur
- Umgebungsluftfeuchtigkeit

Jede Harzqualität benötigt in Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen eine bestimmte Härtermenge zur optimalen Vernetzung der Binderbestandteile. Bei zu niedrigem Härtergehalt läuft die Härterreaktion zu langsam ab, die erreichbare Endfestigkeit wird nicht erreicht. Zu hohe Härtergehalte führen zu einer

schnellen Aushärtung des Formstoffes und vermindern somit die Verarbeitungszeit. Des Weiteren werden die Binderbrücken nicht optimal ausgebildet. Außerdem bringen zu hohe Härtergehalte erhöhte Wasseranteile in den Formstoff ein, wodurch gleichfalls die Endfestigkeit vermindert wird und gegebenenfalls formstoffbedingte Gussfehler die Verwendbarkeit des Gussstückes beeinträchtigen und zu erheblichen Nacharbeiten führen können.

Eine nicht zu vernachlässigende Voraussetzung ist, dass der verwendete Sand trocken ist.

**Ein feuchter Sand wirkt sich außerordentlich negativ auf die erreichbare Formstoff-Endfestigkeit aus. Dies kann sogar so weit gehen, dass der Formstoff überhaupt nicht aushärtet.**

Erhöhte Sandtemperaturen führen zu einer schnellen und unkontrollierbaren Aushärtung, die Verarbeitungszeit wird erheblich reduziert, die wichtigen und notwendigen Verdichtungsarbeiten können nicht mehr fachgerecht durchgeführt werden oder führen ihrerseits dann zu anderen Fehlern am Gussteil (z. B. Ausspülungen, Treibstellen oder verringerte Kantenfestigkeit). Zu niedrige Temperaturen (von Sand und/oder Umgebung) verzögern den Härtungsprozess und verursachen somit Einbußen bei der Produktivität. Dies drückt sich sowohl in den Biegefestigkeiten als auch in den erzielbaren Formhärten aus.

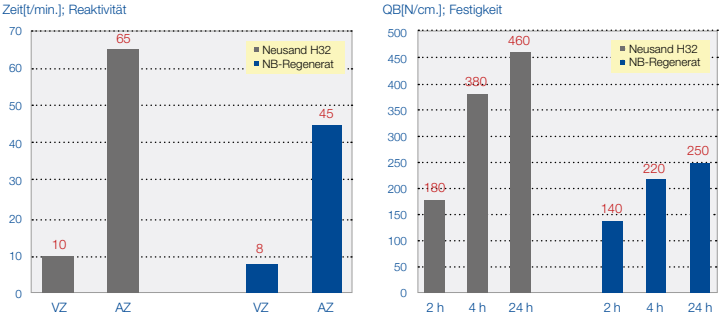
**Die optimalen Temperaturen für Sand und Umgebung sollten zwischen 20 und 25 °C liegen, jedoch nicht 15 °C unter- und 30 °C überschreiten. Hier ist das Verfahren nicht mehr prozesssicher beherrschbar.**

Ab 30 °C wird die Verarbeitungszeit so kurz, dass keine Zeit zum Verdichten, Anlegen der Kühleisen, Setzen der Speiser oder weiterer zeitintensiver Arbeiten bleibt. Der Formstoff hat das Verarbeitungsende vor Abschluss der notwendigen Arbeiten erreicht.

## Reaktivität & Festigkeiten

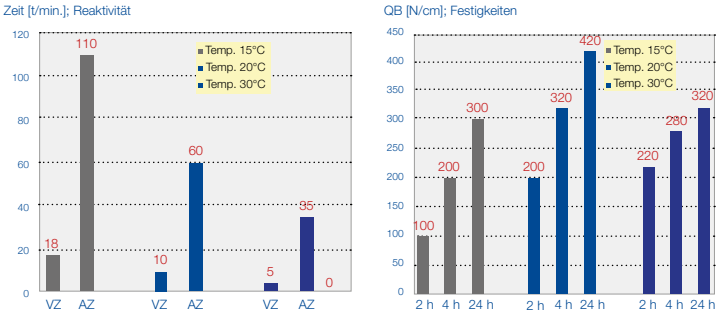
RT = Raumtemperatur
LF = Luftfeuchte
VZ = Verarbeitungszeit
AZ = Ausschalzeit
QB = Biegefestigkeit

Diagramm 2: Reaktivität und Festigkeiten von Neu- bzw. Regeneratsand



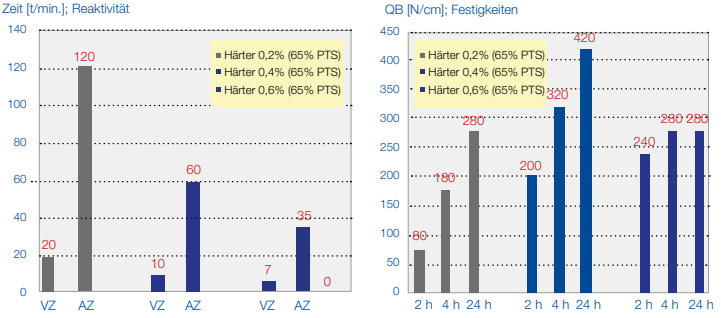

Sandmischung: 100%; 0,4% Härter (65% PTS); 1.0% Harz;
RT = 20°C; Sandtemperatur = 20°C; rel. LF = 50%

Diagramm 3: Reaktivität und Festigkeiten in Abhängigkeit von der Sandtemperatur




Sandmischung: 100% Quarzsand H32; 0,4% Härter (65% PTS); 1,0% Harz;
RT = 20°C rel. LF = 50%

Diagramm 4: Reaktivität und Festigkeiten in Abhängigkeit vom Härtergehalt




Sandmischung: 100% Quarzsand H32; 1,0% Harz;
RT = 20°C; Sandtemperatur= 20°C rel. LF = 50%

Diagramme 2–4 visualisieren den Einfluss der wichtigen Parameter, nämlich Einsatz von Regenerat, Temperatur oder Härtergehalt auf die Reaktivität und die Festigkeiten eines Furanharzformstoffes.

Die Prüfung der Verarbeitbarkeit wird unbedingt empfohlen, da kurzfristige Schwankungen der Formstofftemperaturen oder Regeneratqualität nicht auszuschließen sind und darauf nur schwer zu reagieren ist.

**Mithilfe eines Formstoffkegels lässt sich leicht feststellen, ob die Verarbeitungszeit verstrichen ist. Rollt der Sand regelrecht ab, so ist die Verarbeitungszeit vorüber.**

Abbildung 2:
Prüfung der Verarbeitbarkeit des Formstoffes mit einem Formstoffkegel

Bei Nichteinhaltung / Überschreitung der Verarbeitungszeit drohen die beschriebenen Binderbrückenzerstörungen.

Die Möglichkeit der Steuerung besteht auch durch den Einbau von Systemen, welche vollautomatisch auf die sich ändernden Temperaturen reagieren. Die Angebotspalette solcher Systeme reicht von einfachen Anlagen, welche nur auf die jeweiligen Einlaufsandtemperaturen reagieren und nach einer einfachen Geraden die Säurezugaben steuern bis zu individuell angepassten Systemen, welche nicht nur detaillierte Temperaturabstufungen zulassen, sondern neben den Säuremengen auch die Bindermenge temperaturabhängig steuern und auch noch die Umgebungstemperaturen berücksichtigen.

Das Prinzip dieser Steuerung beruht auf einem automatischen Abgleich der Härter zur Temperaturkompensation. Dabei werden zwei Härter (stark und schwach) so dosiert, dass Temperaturschwankungen während der Verarbeitungszeit den Vorgang nicht beeinträchtigen, und immer die gleiche Zeit zur Verarbeitung des Formstoffes zur Verfügung steht. Bei Nichtbeachtung dieser schwankenden Verarbeitungszeiten ergeben sich Fehlererscheinungen, wie z. B. Penetrationen (Abbildung 3).

Betroffenes Gussteil

Sandanhaftung klar zu erkennen

Abbildung 3:
Echte Penetration[1]

Penetration an der heißesten Stelle in der Anschnittnähe (Gussstück nach dem Sandstrahlen)

Betroffenes Gussteil

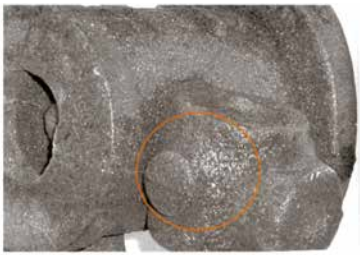


Abbildung 4:
Vererzung[2]

Konglomerat aus Eisen/Sand an einem Gussteil aus GGL (Gussstück vor dem Sandstrahlen – weiße Stellen = Reaktion Formstoff & Schmelze)

[2] IKO-Erbslöh: Handbuch der Gussfehler (2008) 3. Auflage

# Sorgfältige Verdichtung der Formstoffe

Der Verdichtung kommt eine große Bedeutung im Prozess zu, da sie Gussfehler und teure Nacharbeitung oder gar Ausschuss durch Befolgen grundlegender Maßnahmen verhindern kann.

Die Verdichtung des Formstoffes durch die Schwerkraft reicht nicht aus. Mithilfe von Hilfsmitteln und zusätzlichen Maßnahmen wie der Handverdichtung, Vibrations- oder Rütteltischen muss für eine ausreichend dichte Kornpackung gesorgt werden.

Findet eine Vibrations- oder Rüttelplatte Anwendung, reicht in der Regel eine kurze Anwendungszeit von ca. 5–10 Sekunden für eine ausreichende Verdichtung aus. Dabei ist zu beachten, dass die Bewegung der Form immer in die vertikale Richtung erfolgen muss. Anderenfalls findet zum einen keine Verdichtung des eingebrachten Formstoffes statt, und angelegte Kühleisen, Speiser und Anschnittrohre können „wegschwimmen".

In letzter Zeit finden immer wieder Formkästen mit konturnahen Schoren in Handformereien Anwendung. Eine Reduzierung des Formstoffes sowie die Beschleunigung bis Halbierung der Abkühlzeit des Gussteiles sind das angestrebte Ziel. Hier ist es für den Former nicht leicht, für eine ausreichende Verdichtung zu sorgen, behindern doch die Schoren den freien Zugang. Zweckmäßig ist in diesem Fall ebenfalls der Einsatz von Vibrations- bzw. Rüttelplatten. Ebenso führen aber auch außen an dem Formkasten angebrachte Rüttelmotoren zu einer sehr guten Formverdichtung. Hierbei wird die Schwingungsenergie über die durch den Formstoff verlaufenden Schoren auf den Formstoff übertragen. Dies führt generell zu einer sehr gleichmäßigen Formstoffverdichtung und somit zu einer hohen Formhärte.

Abbildung 5: Links gute Verdichtung – wenig Eisenpenetration, rechts schlechte Verdichtung – starke Eisenpenetration

Die Ursachen dieser Penetrationen (Abbildung 5) sind aus den Untersuchungen ersichtlich und deutlich zuzuordnen. Zwischen den Quarzsandkörnern ist sehr viel Eisen zu erkennen, was auf eine geringe Verdichtung des Formstoffes als Ursache schließen lässt. Das Eisen dringt leicht in diese Hohlräume zwischen den Sandkörnern ein und verursacht dann diese Art von Penetration.

**Je geringer die Verdichtung, desto größer die Gefahr von Penetrationen.**

**Achten Sie auf eine gute Verdichtung, denn diese reduziert Nacharbeit oder Ausschuß.**

# Qualität des Regeneratsandes

Eine gute Regeneratsandqualität ist maßgebend für eine gute Formstoffqualität. Wichtige Kenngrößen hierbei sind geringe Anteile an Schlämmstoffen und Feinkornanteilen.

Abbildung 6: Mechanisch gut regenerierter Sand

Erfahrungswerte von ASK Chemicals zu Kenndaten von mechanisch regeneriertem Altsand:

- Feinkorn </= 2 %
- Staubanteil* </= 0,1 %
- Glühverlust </= 3 %
- pH-Wert 3-3,5

Aufgrund seiner hohen spezifischen Oberfläche ist der Feinkorn- und Staubanteil so gering wie möglich zu halten. Ebenso reichern sich im Staub auch viele unerwünschte andere chemische Elemente an, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll.

## Typische Regeneratqualität[3]

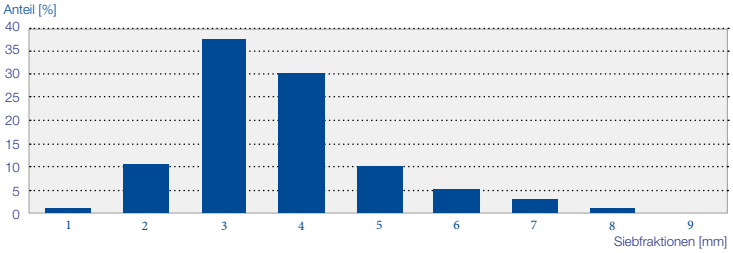



Diagramm 5: Typische Regeneratqualität

| Siebfraktionen [mm] | | Regenerat |
|---|---|---|
| 1 | > 7,10 | 1,4 |
| 2 | 0,710-0,500 | 10,9 |
| 3 | 0,500-0,355 | 37,7 |
| 4 | 0,355-0,250 | 30,5 |
| 5 | 0,250-0,180 | 10,2 |
| 6 | 0,180-0,125 | 5,2 |
| 7 | 0,125-0,090 | 3,0 |
| 8 | 0,090-0,063 | 1,0 |
| 9 | < 0,063 | 0,1 |

| Kenndaten | Regenerat |
|---|---|
| Mittlere Korngröße [mm]: | 0,25-0,35 |
| Feinkornanteil (< 0,125) [%] | 2,0-3,5 |
| AFS-Zahl: | 31-46 |
| pH-Wert: | 2,8-3,5 |
| elektr. Leitfähigkeit [mS/cm]: | 200-1000 |
| Glühverlust [%] | 2,5-3,5 |
| Restsäure [mg NaOH/100g]: | 80-200 |
| Schlämmstoff [%] | 0-1,0 |

* Staub liegt mit einer Partikelgröße von ≤ 63 µm vor

[3] VDG Merkblatt R93: Regenerierte Sande als Formgrundstoff (1992)

# Kernfertigung

Als erstes wird der Kernkasten inspiziert, um zu sehen, wie der fertige Kern ausgeschalt bzw. wie eventuell dazugehörige Losteile entformt werden können. Danach muss die Kernlagerung ermittelt werden:

- Wo ist oben und wo unten?
- Wo werden Transportösen benötigt?
- Wo werden Ösen zum Anbinden benötigt?

Im nächsten Schritt wird der Kernkasten mit Trennmittel eingestrichen bzw. eingesprüht.

Mit dem Füllen des Kernkastens darf erst nach vollständiger Trocknung des Trennmittels begonnen werden.

Parallel dazu werden die benötigten Kerneiseneinlagen zurechtgelegt. Gussstangen ist stets der Vorrang gegenüber Stahleinlagen zu gewähren, denn diese lassen sich leichter durch Zerschlagen aus dem Gusshohlraum entfernen. Die Eisenstärke richtet sich nach der Größe des Kerns. Bitte keine Eisen wie Baumstämme und eine übertriebene Armierungsanzahl verwenden! Der Formstoff schwindet auf der Einlage auf, was eine Rissbildung fördert. Kerndrähte evtl. mit Draht verbinden. **Wichtig ist auch, an die Abführung der Kerngase zu denken. Luftschnüre können an die Kerneisen gebunden werden.** Dabei ist darauf zu achten, dass die Schnüre nicht zu dicht unter der Kernaußenkontur liegen, sondern mindestens 15 mm Sand darüber liegen.

Eine andere Möglichkeit ist, Luft mit einem Spieß zu stechen. Bei dieser Methode ist es unerlässlich, darauf zu achten, wie die Luft in der Form abgeleitet werden kann. Es kommt immer wieder vor, dass Luft in Gusskonturen gestochen wird.

Vor dem Füllen des Kernkastens ist das dazugehörige Arbeitspapier noch einmal durchzulesen:

- Welcher Formstoff?
- Werden Speiser benötigt?
- Sind Kühleisen vorgeschrieben, wenn ja, wo?
- Gibt es weitere Fertigungsvorschriften?

**Achten Sie auf eine vollständige Trocknung des Trennmittels.**

**Mit dem Füllen des Kernkastens darf erst begonnen werden, wenn das Trennmittel komplett getrocknet ist.**

Nachdem alles vorbereitet ist, wird der Kernkasten gefüllt. **Verdichten Sie den Kernsand sorgfältig unter Zuhilfenahme von Stampfwerkzeugen.** Beim Füllen und Stampfen ist immer auf den richtigen Sitz der Kerneisen, Luftschnüre, Speiser und Kühleisen zu achten. Viele Innenräume im Gussstück sind schwer zugänglich. Penetrationen oder raue Oberflächen sind nur sehr mühsam und mit großem Aufwand zu entfernen. Oft muss das Gussteil deshalb auch als Ausschuss aussortiert werden.

Abbildung 7: Durch mangelnde Verdichtung entstandene Penetrationen im Kernbereich

**Für den Kernsand als Formstoff gilt: Nur so viel Harz und Härter wie nötig und nicht wie möglich!**

Zu feste Kerne führen zu Schwindungsbehinderung und damit zu Rissen im Gussstück.

Nach ausreichender Aushärtezeit wird der Kern ausgeschalt, Losteile werden gezogen, entstandene Grate werden verputzt und verschliffen.

Manchmal befindet sich die Beschriftung des Gussteils im Kernkasten an den Modellkonturen. Wenn das der Fall ist und mehr als ein Teil gefertigt werden muss, wird anhand der Arbeitspapiere kontrolliert, ob die Beschriftung beim zweiten Kern zu ändern ist. In jedem Fall ist eine laufende Teilenummer zu wechseln.

Wenn der Kernkasten nicht mehr für einen weiteren Kern benötigt wird, ist er zu reinigen und für den Modelltransport zur Einlagerung bereitzustellen. Verunreinigte und schmutzige Kernkästen dürfen nicht eingelagert werden!

Der Kern sollte vor dem Schlichten ausreichend lange ausdünsten.

**Die Gussstückoberfläche ist nur so gut, wie die Sauberkeit der Kernoberfläche es zulässt!**

# Formfertigung

**Lesen Sie zunächst die Arbeitsvorschriften (Arbeitspapiere, Fertigungsvorschriften, Arbeitspläne) und beginnen Sie dann mit der Vorbereitung.**

In einigen Unternehmen stehen die Arbeitsvorschriften auch schon auf Terminals zur Verfügung, auf welchen der jeweilige Mitarbeiter die notwendigen Informationen „online“ aus dem firmeneigenen Netz abrufen kann. Oftmals sind hier auch aktuelle Zeichnungen, Bilder oder Fotos hinterlegt, was zusätzlich zu einem erleichterten Verständnis beiträgt. Es sollten alle relevanten Daten, wie Anschnittsystem, Kühleisen, Speiser, Hinweise u.v.m. enthalten sein. Die Modellbeschriftung ist mit dem Arbeitspapier zu vergleichen.

Ist die Beschriftung der Modelle in Ordnung, wird das Modell auf eine ausreichend große Platte bzw. ebene Unterlage gelegt. Gehören Losteile zum Modell, werden diese angesteckt. Sind die Losteile zum Modelltransport mit Schrauben gesichert, müssen diese vor dem Einformen entsichert werden. Das Modell ist vor dem Einformen mit Trennmittel einzusprühen oder einzustreichen. Das Trennmittel muss vollständig getrocknet und durchgehärtet sein, bevor mit dem Füllen begonnen werden darf. Ein Trockenblasen ist nicht ausreichend, da hier nur die Oberfläche trocken erscheint.

Gemäß Arbeitsplan werden Gießsystem, Kühleisen, Heizplatten, Filtermodelle usw. angelegt. Besondere Beachtung erfordern die **Eingussrohre** – falls mit keramischen Rohren gearbeitet werden soll – bzw. der Lauf. Wenn es möglich ist, sollte vermieden werden, die Rohre mit Klebstoff zu fixieren – ein geeignetes Mittel ist Kreppband. Keinesfalls darf der Kleber nach innen in den Rohrhohlraum eindringen.

Kühleisen sind laut Arbeitsanweisung bzw. Modellanzeichnungen anzulegen. Die Kühleisen sind vor dem Anlegen auf schadhafte Stellen zu kontrollieren (Brandrisse, Löcher, Blasen, usw.). Sie müssen frei von Zunder und Rost sein, da sie sonst anbrennen und in der Regel nur mit erhöhtem Putzaufwand wieder entfernt werden können. Manchmal haften sie so fest, dass das Gussteil als Ausschuss aussortiert werden muss. Schadhafte Kühleisen sind daher auszusondern. Je nach Verwendungszweck und zu kühlender Wandstärke kann es angebracht sein, die Kühleisen bereits vor der Einlagerung mit einem Überzug zu versehen.

**Kühleisen mit Überzug versehen**

**Zur Anwendung kommen Schlichten oder auch andere Überzugsstoffe. Es empfiehlt sich, vorher entsprechende Versuche durchzuführen.**

Bei der Auswahl des richtigen Formkastens sollte der Abstand zwischen dem Modell und dem Kastenrand ausreichend bemessen sein. Bei der Unterkastenhöhe ist darauf zu achten, dass sich hier nach dem Wenden des Kastens im Verhältnis zur Gussstückhöhe ausreichend Sand unter dem Gussstück befinden muss.

**Unterkastenhöhe**

**Als Faustregel gilt: Mindestens 100 mm Sand unter dem Modell bzw. den Eingussrohren.**

# Schlichten von Kernen und Formen

Für das Schlichten ist die jeweils gültige **Arbeitsanweisung** zu beachten. Diese sollte an jedem Arbeitsplatz vorliegen und jedem Werker bekannt sein.

**Wir empfehlen die Formen bzw. Kerne kurz in einem Ofen bei ca. 70-80 °C anzutrocknen.**

Formen und Kerne müssen vor dem Schlichten frei von Staub und sonstigen Verunreinigungen sein. Es empfiehlt sich, die zu schlichtenden Formen bzw. Kerne vorher eine gewisse Zeit ausdünsten zu lassen. Andernfalls kann es zu formstoffbedingten Gussfehlern kommen, wenn das Eisen mit ggf. eingeschlossenen Reaktionsprodukten reagieren kann.

Durch eine Anhärtung im Ofen wird zum einen die Durchhärtung beschleunigt, und zum anderen verdunstet das bei der Reaktion entstehende Wasser in oberflächennahen Zonen. Die veränderten Bedingungen beim nachfolgenden Schlichten sind dann von Fall zu Fall zu beachten.

Abbildung 8:
Fluten eines Kerns

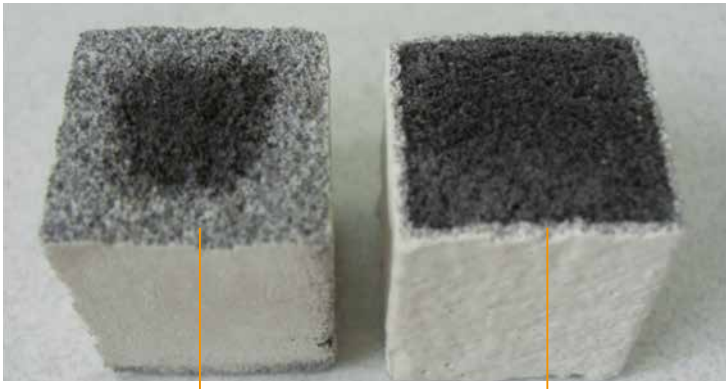
Die Verwendung von Penetrationsschlichten oder Vorschlichten kann das Penetrieren des Eisens in den Formstoff erschweren und eine gegebenenfalls unzureichende Verdichtung bedingt kaschieren. Das Überfluten mit einer Deckschlichte ist jederzeit möglich (Abbildung 9).

Die Schlichte muss regelmäßig auf die vorgeschriebene Dichte bzw. Viskosität kontrolliert werden. Die Kontrolle ist zu dokumentieren. Die Werte werden in den Arbeitsanweisungen vorgegeben. Die Dichte wird mittels einer Baumé-Spindel gemessen (Abbildung 10). Die Viskosität wird mittels Durchlaufbecher gemessen (Abbildung 12).

Die Dichte ist maßgeblich für die Schichtdicke der Schlichte auf der Form. Eine zu dünne Schlichte bewirkt ein Anbrennen des Formstoffes, eine zu dicke Schlichte kann Schülpen verursachen. Beide Gussfehler können zu Ausschuss führen.

Wird die Form geflutet, werden vorher die Anschnittrohre mit Stopfen verschlossen, um ein Einlaufen von Schlichte ins Rohrinnere zu vermeiden. Nach dem Fluten sind Tropfnasen sofort mit dem Pinsel zu egalisieren.

Der Auswahl und Anwendung der richtigen Schlichte ist große Bedeutung beizumessen. Entscheiden doch hier Grundstoffe über die wesentlichen Eigenschaften der Schlichte. In der Tabelle 1 sind die gebräuchlichsten Grundstoffe mit ihren Eigenschaften zusammengefasst.



Die Schlichte dringt stark in den Kern ein, wodurch ein Eindringen des flüssigen Metalls in den Formstoff verhindert wird.

Die Schlichte ist wenig penetriert, so dass flüssiges Metall in die Hohlräume zwischen den Sandkörnern im Formstoff eindringen kann.

Abbildung 9: Riegelproben mit unterschiedlichen Schlichtepenetrationen

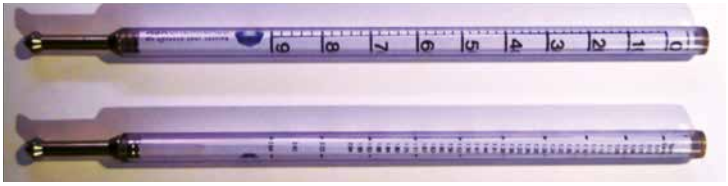


Abbildung 10: Dichtebestimmung mit Baumé-Spindel; ©Ulf Knobloch, ASK Chemicals

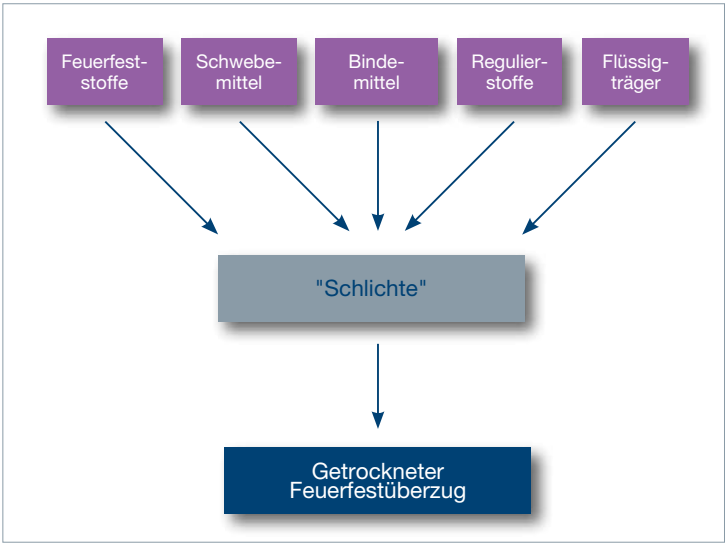



Abbildung 11: Grundsätzliche Schlichte-zusammensetzung

| Feuerfest-material | Dichte g/cm³ | Schmelz-punkt °C | Aussehen | Chemische Formel |
|---|---|---|---|---|
| Zirkon-silikat | 4,6 | 2200 | eckig | $ZrSiO_4$ |
| Mullit | 3,16 | 1700 | eckig | $3Al_2O_3$ 2 $SiO_2$ |
| Kaolinit | 2,65 | > 1700 | Plättchen | $Al_2((OH)_4/Si_2O_5)$ |
| Pyrophillit | 2,8 | 1600 | Plättchen | $Al_2((OH)_2/Si_4O_{10})$ |
| Talk | 2,8 | > 1000 max. 1430 | Plättchen | $Mg_3((OH)_2/AlSi_4O_{10})$ |
| Glimmer | 2,85 | > 900 | Plättchen | $KAl_2((OH)_2/AlS_3O_{10})$ |

Tabelle 1: Feuerfeststoffe in einer Schlichte[1]

| Grundstoff | Eignung für Gusswerkstoff |
|---|---|
| Grafit | • GJL<br>• GJS<br>• GJM<br>• Cu-Legierungen<br>• Al-Legierungen |
| Koks | |
| Olivin | |
| Talkum | |
| Schamotte | • Stahlguss |
| Zirkonsilikat | • GJL<br>• GJS<br>• GJM<br>• Al-Legierungen |
| Quarz | • GJL<br>• GJS<br>• GJM |
| Magnesit | • Stahlguss<br>• Mg-Legierungen |
| Korund | • Stahlguss<br>• Al-Legierungen |

Tabelle 2:
Überzugsgrundstoffe[1]

| Trägerflüssigkeit | Anwendung | Trocknung |
|---|---|---|
| Wasser | • Wasserschlichten | • Lufttrocknung<br>• Trockenofen<br>• Mikrowellen |
| Isopropanol, Ethanol vergällt u.a. Alkohole | • Alkoholschlichten | • Lufttrocknung<br>• Abbrennen |

Tabelle 3:
Trägerflüssigkeiten[1]

[1]VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL-Nourney, Vollmer GmbH & Co.KG; Fachkunde für gießereitechnische Berufe; 4. Auflage; S. 248;

Als Trägerflüssigkeiten kommen Alkohole oder auch Wasser zur Verwendung. Üblicherweise wird mit Wasserschlichte gearbeitet, jedoch ist Alkohol als Flüssigkeitsträger nach wie vor gebräuchlich (Tabelle 3).

Das Auftragen der Schlichten kann – je nach Größe und Kontur des Kerns/der Form – mittels Streichen, Tauchen, Spritzen oder auch Fluten erfolgen. Für alle Verfahren gleichsam wichtig ist, dass die vorgeschriebene Schichtstärke der Schlichte auf allen Konturen eingehalten wird.

**Bitte beachten Sie, dass die Schichtstärke der Schlichte je nach Gussteilwandstärke und Werkstoff 300 µm = 0,3 mm, im nass-mattem Zustand gemessen, nicht unterschreiten darf.**

Wird die Schlichte mit dem Quast oder Pinsel aufgetragen, muss schnell und zügig gestrichen werden. Die Schlichte muss gut aufgerührt und gut streichbar eingestellt werden. Auf keinen Fall darf die Schlichte zu dünn hergestellt werden.

Ist die Schlichte trocken, darf die Oberfläche nicht mit Schleifpapier abgeschliffen werden. Denn dadurch wird die Schutzschicht verletzt.

Beim Schlichten mittels Fluten oder per Hand ist immer darauf zu achten, dass die Beschriftung nicht mit Schlichte zuläuft. Ebenfalls muss die Beschriftung vollständig mit Schlichte überzogen sein, um ein Anbrennen des Sandes zu verhindern. Andernfalls ist die Beschriftung nicht lesbar!

**Das Gieß- und Anschnittsystem ist genauso sorgfältig wie die Gussteilkontour zu schlichten! Es ist qualitätsbestimmend!**

Die Schichtdicke ist mit einem Schichtdickenmesser im nass-matten Zustand zu kontrollieren.

Die Schlichteeimer sind täglich **vor** Arbeitsbeginn zu reinigen, alte und bereits ausgehärte Schlichtereste sind zu entsorgen. Anhängeösen von größeren Kernen sollten mit Papier, Schwämmen o.ä. verschlossen werden. **Keinesfalls dürfen Pfützen in diesen Öffnungen stehen bleiben.** Falls ein Volllaufen der Öffnungen für Anhängeösen nicht vermeidbar ist, müssen diese manuell entleert werden.

**Das Einstellen der Viskosität erfolgt üblicherweise mit einem sauberen Auslaufbecher DIN 4 mm. Hier sind die Herstellerempfehlungen zu beachten.**

Abbildung 12:
Korrektes Trocknen der Schlichte

Abbildung 13:
4-mm-TQC-Auslaufbecher;
©Ulf Knobloch,
ASK Chemicals

Wenn die Schlichte in den Öffnungen verbleibt, kann sich der darunter liegende Formstoff mit der Trägerflüssigkeit vollsaugen. Eine restlose Trocknung bis zum Gießen ist nicht garantiert. Im schlimmsten Fall kommt es beim Gießen zu einer Eruption von flüssigem Metall durch Verdampfen von Wasser bzw. Alkohol. Das Ausbessern muss derart geschehen, dass der verfüllte Formstoff noch aushärten kann und erst dann überschlichtet wird. Nur so kann eine fehlerfreie Kontur garantiert werden. Der Former kann später nicht prozesssicher gewährleisten, dass der gesamte, mit Flüssigkeit benetzte und noch nicht vollständig getrocknete Formstoff ausgetauscht wird.

Nach dem Fluten des Kerns sind Tropfnasen sofort mit dem Pinsel nachzustreichen oder mittels Druckluft vorsichtig zu verblasen.

Beim Schlichten – egal, ob beim Streichen, Tauchen oder Fluten – ist darauf zu achten, dass die Kernlager frei von Schlichte sind. Die Kernlager dienen – neben der Fixierung des Kerns in der Form – der Abführung der beim Gießen durch Verbrennung des Harzes entstehenden Gase. Die Schlichte verhindert die Abführung der Gase. Wenn ein Zulaufen der Kernlager nicht zu verhindern ist, muss das Kernlager nachträglich wieder von der Schlichte befreit werden. Oftmals genügt es, die Schlichte noch im nassen Zustand mit einem Schwamm oder Gummi abzuziehen.

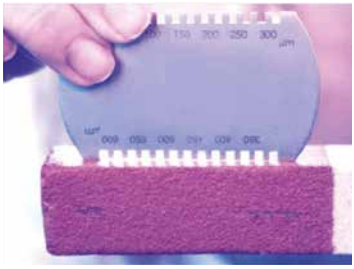


Abbildung 14:
Schichtdickenmessung

Nach dem Schlichten ist der Kern zu kontrollieren, um sicherzustellen, dass alle Bereiche mit Schlichte überzogen sind. Danach wird der Kern zur Trocknung und Einlagerung bereitgestellt.

**Achten Sie stets darauf, dass eine eventuelle Beschriftung auf den Kernen nicht mit Schlichte zuläuft, sondern immer gut lesbar ist!**

Bei der Weiterverarbeitung nach dem Schlichteprozess muss auf eine genaue Dokumentation Wert gelegt werden. Diese Dokumentation sollte bestenfalls jeden Prozessschritt widerspiegeln. Nur so ist eine Nachvollziehbarkeit der einzelnen Produkte gegeben und ein Feststellen der Fehlerursachen möglich.

Die Zeiten der Trocknung sind exakt vorzugeben, einzuhalten und auch zu kontrollieren. Die Zeit- und Feuchtigkeitskontrolle der Kerne sollten von einer autorisierten Person vorgenommen werden.

Abbildung 15:
Feuchtigkeitsmessgerät zur Feststellung einer Richtgröße der Form- bzw. Kernrestfeuchte;
©Ulf Knobloch, ASK Chemicals

# Formfüllung

Bevor mit der Formfüllung begonnen wird, ist die Fallhöhe des Sandes abzuschätzen. Diese sollte 1,5 m nicht übersteigen. Gegen das Aufreißen des Sandstrahles kann eine Rohrverlängerung helfen, die unter den Mischerauslass gehängt werden kann. Diese trägt gleichzeitig dazu bei, dass sich die mitgeführten Feinanteile des gemischten Formstoffes nicht so stark verbreiten können und zu Emissionen von Schadstoffen in der Umgebungsluft beitragen.

Der erste Anlaufsand aus dem Mischer ist in der Regel in einen Eimer abzulassen oder in eine genügend große Ecke des Formkastens.

Der erste Auslaufsand hat in der Regel nicht die erforderliche Qualität. Er kann dann später als Hinterfüllsand verwendet werden. Einige Mischer spezieller Bauart mischen den ersten Sand gegen einen sogenannten „geschlossenen Trog“. Hier wird der Mischerauslass zeitverzögert geöffnet. In diesem Fall ist der Formstoff sofort einsetzbar. Jetzt wird der Formkasten lagenweise (Raupendicke ca. 200 mm) gefüllt. Der Sand ist fest am Modell anzudrücken und mit dem Stampfer zu verdichten. Es ist darauf zu achten, die Sandlagen nicht zu dick auflaufen zu lassen, da sonst eine durchgängige Verdichtung nicht möglich ist und sich lockere Stellen bilden.

Hauptgrund für Penetrationen und Treibstellen sind i.d.R. lockere, nicht ausreichend verdichtete Stellen!

Abbildung 16: Flächen-„Anbrand“

Abbildung 17: Penetration aufgrund mangelhafter Verdichtung [4]

[4] Stephan Hasse; Guss- und Gefügebilder; Verlag Schiele&Schön; Berlin 1999; S.266

Beim weiteren Füllen ist darauf zu achten, dass Speiseransätze, bzw. Speiser und Kühleisen nicht in ihrer Lage verstampft werden. Ebenfalls muss der Sand zwischen den Kühleisen gut verdichtet werden. Als Faustregel für den Mindestabstand zwischen den Kühleisen kann die Kühleisenstärke genommen werden. Falls es die Speisungstechnologie vorschreibt und die Kühleisen „Stoß-an-Stoß" gelegt werden müssen, ist auf die Richtung der Konizität zu achten. Falsch herum ausgeführt verbleiben Sandreste zwischen den Kühleisen, die wieder in den Formhohlraum gelangen können und zu Sandeinschlüssen führen können. Ebenfalls muss unter den Schrägen bei den Speiserhälsen gut verdichtet werden. Durch die hohe thermische Belastung während der Erstarrung ist die Gefahr für Vererzungen an diesen Stellen besonders hoch. Der Speiser lässt sich dann in der Putzerei nur unter erschwerten Bedingungen entfernen, vorgesehene Brechkerben funktionieren nicht mehr. Bei Losteilen dürfen die Ansteckstifte erst herausgezogen werden, wenn der Sand gut angedrückt und ein Versatz der Teile ausgeschlossen ist. Die Form ist nun weiter lagenweise zu füllen und muss dabei gut verdichtet werden. **Es muss schnell und zügig gearbeitet werden.** Wird der Mischer zwischendurch abgeschaltet, beginnt der Vorgang von neuem. Ist der Formkasten gefüllt, wird der Formrücken gerade abgezogen. Luftpfeifen und Kastenführungen sind zu lockern.

Bei großen und komplizierten Modellen zeigen sich nach dem Abguss als Fehlerbild immer wieder zum Teil starke Vererzungen und Treibstellen. Als Ursache kann hierfür in der Regel mangelhafte Verdichtung des Formstoffes festgestellt werden. Es ist daher wichtig, dass bei großen Teilen, an denen mehrere Former arbeiten, die Form ausreichend verdichtet wird. Dabei ist es sinnvoll, den Formbereich in mehrere nicht allzu große Segmente aufzuteilen. Jeder Former sorgt dann gezielt dafür, dass sein Abschnitt ordnungsgemäß verdichtet wird. Besonderes Augenmerk wird dabei auf Hinterschneidungen, Durchbrüche und Speiseransätze gelegt.

Hat der Sand eine ausreichende Festigkeit erreicht, können die Modelle gezogen werden. **Es wird empfohlen, das Modell am selben Tag zu ziehen, an dem es auch in die Form gefüllt wurde!**

# Abheben und Modellziehen

Das Modell lässt sich leichter ziehen, wenn der Sand noch leicht plastisch ist. Hilfsmittel zur Prüfung der Formhärte können eine Lanzette oder ein genügend großer Formnagel sein, welche/r bei kräftigem Druck gerade nicht mehr in den Formstoff eindringen darf. Dies entspricht erfahrungsgemäß einer Formhärte von ca. 100 N/cm² Druckfestigkeit.

**Bewährt hat sich auch, nach dem Abziehen des Kastens die Uhrzeit in den Sand zu ritzen. Wird ein anderer Sand als der Hinterfüllsand am Modell angelegt, empfiehlt es sich, eine Hand voll Formstoff als Probe zur Seite zu legen, um daran die Aushärtegeschwindigkeit zu prüfen.**

Als erstes wird der Oberkasten der Form abgehoben, gedreht und abgestellt.

Bevor das Modell gezogen werden kann, muss der Formsand, der über die Teilungsfläche des Modells hineinragen kann, durch Anritzen um das Modell herum entfernt werden. Dadurch wird auch ein mögliches Einwachsen des Sandes in den Formhohlraum durch Sandausdehnung beim Gießen verhindert.

Als nächstes werden die Ziehschrauben in die Aushebeplatten eingeschraubt. Kleine Modelle werden von Hand gezogen und können mit dem Hammer losgeschlagen werden. Großmodelle werden an einem Kran angeschlagen (mit Gewindeschrauben und S-Haken).

**Wird das Modell mit dem Kran gezogen, muss ein großer Spreizwinkel am Seil oder der Kette vermieden werden. Besser ist es, eine Traverse zu verwenden.**

Wird das Modell losgeschlagen, müssen immer Hartholzstücke auf das Modell gelegt werden, da ansonsten die Teilflächen der Modelle beschädigt werden können. Sind noch Losteile in der Form, sind diese in der markierten Reihenfolge zu ziehen.

**Brechen Teile aus der Form aus, werden diese Bruchstücke sofort wieder angeklebt und nicht einfach neben die Form gelegt und sich selbst überlassen!**

**Wenn keine weitere Abformung mehr erfolgen soll, ist das Modell vor dem Abtransport ins Lager von anhaftendem Sand zu reinigen! Das ist keine Aufgabe des Transports bzw. des Modellbaus, sondern fällt ebenfalls in den Bereich der Formerei.**

Sind alle Modellteile gezogen, werden die Formteile zum Schlichten vorbereitet. Übergänge von angesteckten Losteilen werden beigeschliffen bzw. ebenfalls ein Radius angebracht.

Außerdem darf das Bohren von Luftlöchern in den Speisern nicht vergessen werden.

**Diese Löcher sind sehr gründlich auszublasen, da ansonsten Sand in den Formhohlraum zurück rieseln kann.**

Sind alle Arbeiten abgeschlossen, kann geschlichtet werden.

Die Form sollte vor dem Schlichten einige Zeit ausdunsten.

# Formzusammenbau und Einlegen der Kerne

Sind die Formen fertig geschlichtet, werden die Einguss- bzw. Anschnittrohre gesäubert. Es ist für eine ausreichende Kernentlüftung über die Formteilung zu sorgen, indem Luftkanäle von den Kernmarken weg in Richtung Formteilung geritzt werden.

Der Unterkasten wird bereits jetzt auf den Gießplatz gestellt. Das Gießbett ist sorgfältig vorzubereiten. Dazu ist der trockene Sand auszuharken. Klumpen, Eisenstücke u.ä. dürfen sich nicht mehr im Sand befinden!

**Der Formkasten ist am Kran hängend fest in den Sand einzureiben. Dadurch wird gewährleistet, dass die Form nach unten hin Halt hat und nicht durchbrechen kann.**

Schwerste Verbrennungen durch auslaufendes Eisen können als Folge eines Formdurchbruchs auftreten. Durchbrochene Formen führen grundsätzlich zu Ausschuss!

Jetzt wird die Form sorgfältig ausgeblasen und gesäubert. Gemäß Arbeitsplan ist zu überprüfen, wie viele Kerne in die Form gehören.

Schon vor dem Einlegen der Kerne ist die Beachtung folgender Punkte wichtig:

- Reihenfolge der Kerne festlegen
- Kerne säubern
- Kontrollieren, ob die Kerne ordentlich geschlichtet sind
- Kontrolle der geschlichteten Kerne:
  1. Keine Tropfnasen?
  2. Alle Grate entfernt?
  3. Teilflächen verputzt?
  4. Kernlager zur Kernentlüftung frei von Schlichte?
  5. Beschriftung korrekt (mit dem Arbeitspapier vergleichen), sauber geschlichtet und lesbar?

Beim Einbau der Kerne ist immer auf den richtigen Sitz zu achten. Wandstärken sind mit dem Taster oder durch Abdrücken zu kontrollieren. Falls Kerne wackeln, müssen sie abgestützt oder angebunden werden. Müssen Kernstützen gesetzt werden, um den Kern beim Gießen gegen Auftrieb zu sichern?

**Das Wichtigste beim Kerneinlegen ist die sorgfältige Luftabführung.**

Können die Gase, die beim Verbrennungsprozess des Binders entstehen, nicht frei und ungehindert aus der Form entweichen, „kocht“ die Form im schlimmsten Fall. Das führt unweigerlich zu schlechter Qualität und auch in aller Regel zum Ausschuss!

Formen und Kerne müsen immer die gleiche Temperatur besitzen.

Sind die Kerne eingelegt, wird die Form sorgfältig ausgeblasen und anschließend kontrolliert, ob sich noch irgendwo Verunreinigungen im Formhohlraum befinden. Bei Hinterschneidungen, die durch Ausblasen schlecht zu säubern sind, muss die Form durch Aussaugen mit einem flexiblen Schlauch gereinigt werden.

# Gießfertigmachen der Form

Zu den häufigsten Nacharbeitsaufwendungen führen Formstoffreste in der Form. Ebenso sind unsaubere Formen einer der Hauptursachen für Ausschuss bei der Handformerei.

Sind gemäß Arbeitsplan Impfsteine in die Form einzulegen, so hat das spätestens jetzt zu erfolgen.

Jetzt sollte die Form ein letztes Mal kontrolliert werden. Stellen, die eventuell beim Kerneinlegen beschädigt wurden, müssen ggfs. nachgeschlichtet werden. Abschließend sind die Wandstärken zu kontrollieren und der Oberkasten abzudrücken. Dies soll einen dichten Sitz des Oberkastens auf dem Unterkasten gewährleisten. Dabei ist auch darauf zu achten, dass die Kernmarken im Oberkasten gut abgedichtet sind und kein Grat laufen kann.

Ist alles in Ordnung, kann der Oberkasten aufgesetzt werden. Achten Sie darauf, eine Kastenführung und Führungsstifte zu verwenden. Die Form ist mit dem Werkstoff und Gießgewicht zu beschriften. Abschließend ist die Form mit dem lt. Arbeitsanweisung vorgesehenen Gewicht zu beschweren.

**Einmal zum Gießen fertig vorbereitete Formen dürfen nicht mehr bewegt werden.**

Beim Gießen müssen die entstehenden und entweichenden Gießgase mit einem geeigneten Mittel (glühendem Schlackekrammstock oder einer langem Gaslanze) angezündet werden. Auf diese Weise kann ein schlagartiges Entzünden („Knallen“) verhindert werden, was durchaus einen solchen Druck erzeugen kann, dass die Form „durchgeht“. Gleichzeitig wird durch die Verbrennung der Gieß- und Reaktionsgase das Entstehen unangenehm riechender und ggfs. gesundheitsschädlicher Gase verhindert.

Wenn die laut Arbeitsanweisung vorgegebene Ablastzeit erreicht ist, können die Gewichte entfernt werden. Erst nach Erreichen der festgelegten Manipulationszeit (Arbeitsanweisung) darf die Form zu den Abkühlflächen transportiert werden.

# Quellen und Schrifttum


- Gießerei – Lexikon, verschiedene Ausgaben

- „Formstoffe und Formverfahren“ Flemming, Tilch; Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1993; ISBN 3-342-00531-9

- Diverse Schulungsunterlagen

- „Guß- und Gefügefehler: Erkennung, Deutung und Vermeidung von Guß- und Gefügefehlern bei der Erzeugung von gegossenen Komponenten“; Stefan Hasse; Fachverlag Schiele & Schön GmbH Berlin; 1999; ISBN 3-7949-0639 X


- Abbildungsverzeichnis:


  - Abbildung 1: Polykondensationsreaktion eines Furanharzes ..... 7
  - Abbildung 2: Prüfung Verarbeitbarkeit des Formstoffes mit einem Formstoffkegel ... 11
  - Abbildung 3: Echte Penetration ..... 12
  - Abbildung 4: Vererzung ..... 12
  - Abbildung 5: Verdichtung ..... 13
  - Abbildung 6: Mechanisch gut regenerierter Sand ..... 14
  - Abbildung 7: Durch mangelnde Verdichtung entstandene Penetrationen im Kernbereich ..... 15
  - Abbildung 8: Fluten eines Kerns ..... 18
  - Abbildung 9: Riegelproben mit unterschiedlichen Schlichtepenetrationen ..... 19
  - Abbildung 10: Dichtebestimmung mit Baumé-Spindel ..... 19
  - Abbildung 11: Grundsätzliche Schlichtezusammensetzung ..... 20
  - Abbildung 12: Korrektes Trocknen der Schlichte ..... 22
  - Abbildung 13: Schichtdickenmessung ..... 23
  - Abbildung 14: Feuchtigkeitsmessgerät ..... 23
  - Abbildung 15: Flächen„anbrand“ ..... 24
  - Abbildung 16: Vererzung aufgrund mangelhafter Verdichtung ..... 24
  - Abbildung 17: 4-mm-TQC- Auslaufbecher ..... 25


- Tabellenverzeichnis:


  - Tabelle 1: Feuerfeststoffe in einer Schlichte ..... 20
  - Tabelle 2: Überzugsgrundstoffe ..... 21
  - Tabelle 3: Trägerflüssigkeiten ..... 21


- Diagrammverzeichnis:


  - Diagramm 1: Grundsätzlicher Härtungsverlauf Furanharzformstoff ..... 8
  - Diagramm 2: Reaktivität und Festigkeiten von Neu- bzw. Regeneratsand ..... 10
  - Diagramm 3: Reaktivität und Festigkeiten in Abhängigkeit von der Sandtemperatur . 10
  - Diagramm 4: Reaktivität und Festigkeiten in Abhängigkeit vom Härtergehalt ..... 10
  - Diagramm 5: Typische Regeneratqualität ..... 14

# Anhang

# Schlichten

Unsere Schlichten sind weit mehr als ein reines Trennmittel zwischen Sand und Metall. Sie sind Hightech-Systeme, die maßgeblich die Oberflächengüte des Gussstückes bestimmen und gezielt typische Oberflächenfehler am Gussteil abstellen.

Wasserschlichten

| Produkt | Farbe | Anwendung | | | | Binder | | | | | | Metalle | | | | | | | | Anwendung | | | | Eigenschaften | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tauchen | Fluten | Spritzen | Streichen | Epoxidharz-SO$_2$-Systeme | Cold Box | Heißhärtende Verfahren | Silikat/ Resol-CO$_2$ | No-Bake | Stahl | Manganstahl | GJL | GJS | Kupfer | Aluminium | Typisches Einsatzgebiet | Flüssigkeitsträger | Blattrippenuntertrocknung | Verarzungsschutz | Hohe Gasdurchlässigkeit | Hohe Schichtbildung mögl. | Mattiert | Bemerkungen | Dichte (unverdünnt) in g/cm³ |
| CERAMCOTE AL-Serie | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | ■ | Vollformguss und Lost-Foam-Prozess | W | ■ | ■ | ■ | ■ | • | ausgezeichnete Applikation | 1,4 |
| CERAMCOTE FS 402 | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | ■ | | | Vollformguss und Lost-Foam-Prozess | W | ■ | ■ | ■ | ■ | • | ausgezeichnete Applikation | 1,7 |
| CERAMCOTE FS 503 | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | Vollformguss und Lost-Foam-Prozess | W | ■ | ■ | ■ | ■ | • | ausgezeichnete Applikation | 1,8 |
| MIRATEC DH 402 | | ■ | ■ | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | | | Universalschlichte (z.B. Gehäuseteile) | W | ■ | ■ | ■ | ■ | • | höhere Feuerfestigkeit | 1,4 |
| MIRATEC GH 401 | | ■ | ■ | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | ■ | | | Universalschlichte (z.B. Getriebegehäuse) | W | ■ | ■ | ■ | ■ | • | | 1,4 |
| MIRATEC GH 403 | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | | | Universalschlichte (z.B. Getriebegehäuse) | W | ■ | ■ | ■ | ■ | • | Schnelltrocknung, für anorganische Binder | 1,4 |
| MIRATEC MB 422 / 522 | | ■ | | ■ | ■ | | | ■ | | | | | ■ | ■ | | | Universalschlichte neuester Generation | W | ■ | ■ | ■ | ■ | •• | sowohl mit / ohne Graftantei erhältlich | 1,3 |
| SOLITEC DI-Serie | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | | Groß- und Stahlguss (z.B. Windkraftnaben, Wasser- und Dampfturbinen) | W | □ | ■ | ■ | ○ | | zirkonfrei; Trocknungsindikator zeigt Restfeuchte an | |
| SOLITEC HI 703 | | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | | Großguss (z. B. Windkraftnaben, Wasser- und Dampfturbinen) | W | | ■ | | • | | hohe Feuerfestigkeit; gegen Gefügeentartung; zirkonfrei | 1,8 |
| SOLITEC HY-Serie | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | □ | Universalschlichte (z.B. Maschinengehäuse) | W | ■ | ■ | ■ | ○ | | wasser- & alkoholverdünnbar | |
| SOLITEC IM 702 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | Stahl- & Schwermetallguss (z.B. Maschinenrahmen) | W | | ■ | | •• | | Imprägnierschlichte, zirkonfrei | 1,9 |
| SOLITEC MS-Serie | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | ■ | ■ | | Gießpfannen und -löffel | W | | | | | | reduziert Schlackeanhaftungen | |
| SOLITEC ST 701 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | | Großguss (z. B. Windkraftnaben) | W | □ | ■ | ■ | ○ | | | 2,6 |
| SOLITEC ST 801 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | | Groß- und Stahlguss (z.B. Pumpengehäuse) | W | □ | ■ | ■ | ○ | | zirkonfrei | 2,0 |
| SOLITEC WP 401 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | | | ■ | ■ | | □ | Großguss (z.B. Windkraftnaben,Wasser- und Dampfturbinen) | W | ■ | ■ | | ○ | | schnellste Lufttrocknung; gegen Gefügeentartung; zirkonfrei | 1,5 |
| SOLITEC WP 501 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | | | ■ | ■ | | □ | Großguss (z.B. Windkraftnaben,Wasser- und Dampfturbinen) | W | ■ | ■ | | ○ | | schnellste Lufttrocknung; optimierte Applikation; zirkonfrei | 1,5 |

E = Ethanol, I = Isopropanol, W = Wasser, □ = bedingt geeignet, ■ = geeignet, ■ = sehr gut geeignet, •• sehr langsam, • langsam, ○ mittel, • schnell, • sehr schnell

# Alkoholschlichten

| Produkt | Farbe | Anwendung | | | | Binder | | | | | Metalle | | | | | | Anwendung | Eigenschaften | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tauchen | Fluten | Spritzen | Streichen | Epoxidharz-$SO_2$-Systeme | Cold Box | Heißhärtende Verfahren | Silikat / Resol-$CO_2$ | No-Bake | Stahl | Manganstahl | GJL | GJS | Kupfer | Aluminium | Typisches Einsatzgebiet | Flüssigkeitsträger | Blattrippenunterdrückung | Verzerrungsschutz | Hohe Gasdurchlässigkeit | Hohe Schichtbildung mögl. | Mattzeit | Bemerkungen | Dichte (unverdünnt) g/cm³ |
| VELVACOAT AC 503 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | ■ | | ■ | Aluminiumguss (z.B. Gehäuseteile) | E | ■ | ■ | | | •• | gebremstes Abbrennen | 1,1 |
| VELVACOAT CC 601 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | ■ | | | Universalschlichte (z.B. Muffenkerne) | E | | ■ | | | • | ausgezeichnete Trennwirkung | 1,2 |
| VELVACOAT GH 501 | | ■ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | ■ | □ | □ | Pumpengehäuse, Gegengewichte, Getriebegehäuse | E | ■ | ■ | | | •• | Cold Box Allroundschlichte | 1,2 |
| VELVACOAT GH 701 / 703 | | ■ | ■ | | | ■ | | | ■ | ■ | | | | ■ | | | Elektromotorengehäuse | I/Æ | | ■ | ■ | | •• | extrem hohe Gasdurchlässigkeit; auch IPA-frei erhältlich | 1,1 |
| VELVACOAT HI 602 / 605 | | | ■ | ■ | ■ | | | | ■ | ■ | | | ■ | ■ | | | Universalschlichte, Gegengewichte, Windkraftnaben, Getriebegehäuse | I/Æ | ■ | ■ | | | • | hohe Ergiebigkeit; auch IPA-frei erhältlich | 1,5 |
| VELVACOAT HI 707 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | ■ | | | Universalschlichte für mittlere Getriebegehäuse, Pumpengehäuse | I/Æ | ■ | ■ | | | • | äußerst geringes Absetzverhalten | 1,5 |
| VELVACOAT HI 733 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | ■ | ■ | □ | | Großguss (z.B. Windkraftnaben, Wasser- und Dampfturbinen) | I | | ■ | | | • | hohe Feuerfestigkeit; gegen Gefügeentartung; zirkonfrei | 1,6 |
| VELVACOAT IM 701 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | Universalschlichte für mittlere Getriebegehäuse, Pumpengehäuse | I | | ■ | | | • | Imprägnierschlichte; zirkonfrei | 1,8 |
| VELVACOAT IM 801 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | Universalschlichte | I | | ■ | | | • | Imprägnierschlichte | 1,8 |
| VELVACOAT IM 801 (DOSE) | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | Universalschlichte | I | | ■ | | | • | Imprägnierschlichte; gebrauchsfertig in Spraydosen | 1,8 |
| VELVACOAT ST 606 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | Groß- & Stahlguss (z.B. Pumpengehäuse) | I | | ■ | | | ○ | ausgezeichnetes Flutverhalten; zirkonfrei | 1,7 |
| VELVACOAT ST 702 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | Groß- & Stahlguss (z.B. Pumpengehäuse) | I | | ■ | | | ○ | ausgezeichnetes Flutverhalten; wasserfreies System | 1,9 |
| VELVACOAT ST 707 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | | Groß- & Stahlguss (z.B. Wasser- und Dampfturbinen) | I | | ■ | | | • | hohe Feuerfestigkeit | 2,2 |
| VELVACOAT ST 801 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | Groß- & Stahlguss (z.B. Eisenbahnweichen, Mahlwerksteile) | I | | ■ | | | ○ | Manganstahl / universell; wasserfreies System | 1,8 |

E = Ethanol, I = Isopropanol, W = Wasser, □ = bedingt geeignet, ■ = geeignet, ■ = sehr gut geeignet, •• sehr langsam, • langsam, ○ mittel, • schnell, •• sehr schnell

# Hilfsstoffe-Produktprogramm

Trennmittel und Hilfsstoffe von ASK Chemicals zeichnen sich durch ihre Leistungsfähigkeit und Effizienz aus. ECOPART Trennmittel sind dabei noch umweltfreundlich und äußerst sicher in der Handhabung.

| | Produkt | |
|---|---|---|
| Trennmittel | ECOPART 24 | Frei von Chlor- und Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffen |
| | ECOPART LP 89 | Aluminiumpigmenthaltiges Trennmittel mit hervorragendem Trenneffekt |
| | ECOPART 80 S | Blaue Farbgebung lässt erkennen, wo Trennmittel bereits aufgetragen wurde. |
| | ECOPART 84 S | Blaue Farbgebung lässt erkennen, wo Trennmittel bereits aufgetragen wurde. |
| | ECOPART 102 C | Trennmittel mit 100 % Wirksubstanz |
| Kleber | ASKOBOND CG 16 | Hochfeuerfeste Paste auf wässriger Basis |
| | ASKOPASTE GF 2 | Kleber, Kernverschmierpaste und "flüssige" Dichtschnur |
| Dichtschnüre | ASKOROPE | Plastische, asbestfreie Formkastenabdichtungsschnüre |

# Mini-Speiser und Speiser-Kappen

Mini-Speiser und Speiser-Kappen von ASK Chemicals stehen für höchste Qualität und Prozesssicherheit in der Gießerei. Unsere patentierte exotherme Technologie ist einzigartig im Wirkungsgrad – in Verbindung mit produktivitäts-steigernden Weiterentwicklungen sogar führend in der Branche. Unsere Produkte sind sowohl als anorganische Variante wie auch in der Cold Box Variante erhältlich.

| Werkstoffe | Formanlage | Anwendung | EXACTCAST Mini-Speiser | | | | | | | | | EXACTCAST Kappen und Hülsen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ADS und KMV | ADS und KMV mit Brechkern | FDS | KMV GT | BKS und KMV QM | KIM | KIM QM | OPTIMA KL und KMV CC | KP | KP mit Brechkern | KI | KI mit Brechkern | KT (isolierend) |
| GJL | Maschinenformen | Einformen (auf Modellplatte setzen) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | | Einstecken (in Form einstecken) | | | | | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | Handformen | Einformen (auf Modellplatte setzen) | ■ | ■ | | ■ | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | | Einstecken (in Form einstecken) | | | | | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| GJS | Maschinenformen | Einformen (auf Modellplatte setzen) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | | Einstecken (in Form einstecken) | | | | | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | Handformen | Einformen (auf Modellplatte setzen) | ■ | ■ | | ■ | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | | Einstecken (in Form einstecken) | | | | | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| GJV | Maschinenformen | Einformen (auf Modellplatte setzen) | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | | Einstecken (in Form einstecken) | | | | | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | Handformen | Einformen (auf Modellplatte setzen) | ■ | ■ | | ■ | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | | Einstecken (in Form einstecken) | | | | | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| GS | Maschinenformen | Einformen (auf Modellplatte setzen) | ■[1] | □ | □ | □ | □ | ■ | □ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | | Einstecken (in Form einstecken) | | | | | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | Handformen | Einformen (auf Modellplatte setzen) | ■[1] | □ | | □ | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| | | Einstecken (in Form einstecken) | | | | | | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |

□ = bedingt geeignet, ■ = geeignet, ■ = Empfehlung

1 = besonders geeignet sind hier große KMV-Speiser, 2 = hier sind FDS-Speiser in einer Spezialausführung für Al möglich

# Filter

Mit den UDICELL und EXACTFLO Filtern nutzen Gießereien eine effiziente Filtrationstechnologie, die höchste Gussteilqualitäten durch reinere Gießmetalle garantiert. Unsere Filter werden für den Stahl- und Eisenguss sowie für Nichteisenmetalle empfohlen.

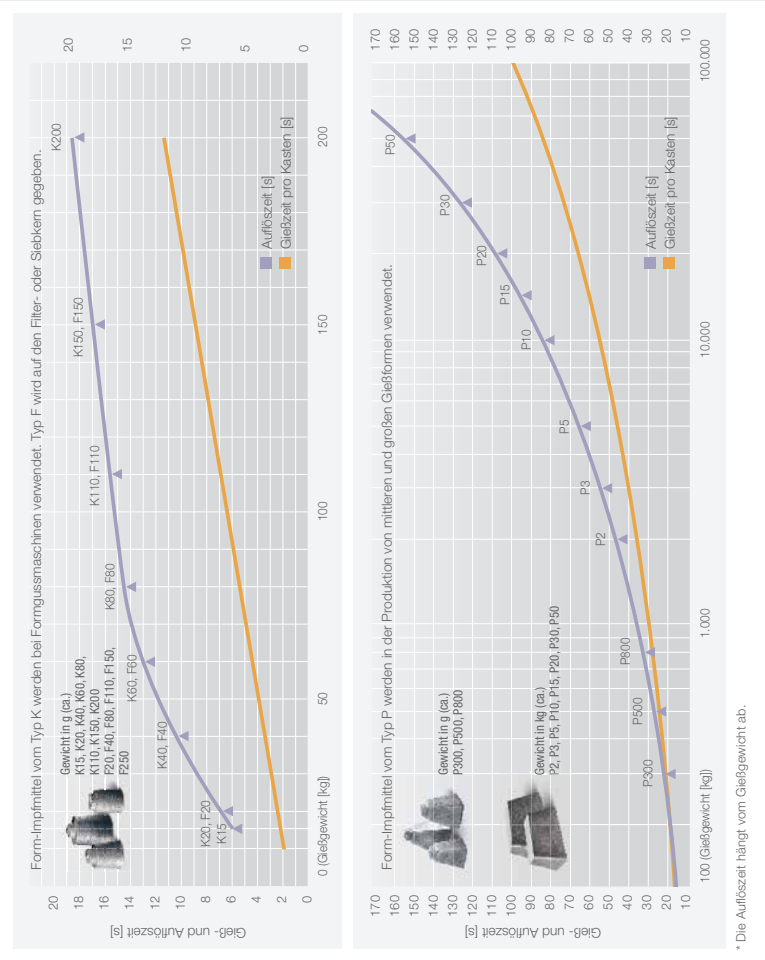
| Grobeinteilung | Werkstoff | Formprozess und / oder Legierung | Typisch eingesetzte Filterqualitäten | UDICELL | | | EXACTFLO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | UDICELL PSZT | UDICELL PSZM | UDICELL CB | EXACTFLO SiC | EXACTFLO Alumina | EXACTFLO P |
| Eisen- und Stahlguss | GI | Maschinenformguss | Siliziumcarbid (SiC), gepresster Filter | | | | ■ | | ▫ |
| | | Handformguss / Großguss | Siliziumcarbid (SiC), gepresster Filter | ▫ | ▫ | | ■ | | ▫ |
| | DI | Maschinenformguss | Siliziumcarbid (SiC) | | | | ■ | | ▫ |
| | | Handformguss / Großguss | Siliziumcarbid (SiC), gepresster Filter Zirkonoxidfilter, kohlenstoffgeb. Filter | ▫ | ■ | ▫ | ▫ | | ▫ |
| | CGI | Maschinenformguss | Siliziumcarbid (SiC), gepresster Filter | | | | ▫ | | ▫ |
| | | Handformguss / Großguss | Zirkonoxidfilter, kohlenstoffgebundener Filter | ▫ | ■ | ▫ | ▫ | | ▫ |
| | GS | Unlegiert / niedriglegiert | Zirkonoxidfilter, kohlenstoffgebundener Filter | ■ | ▫ | ■ | | | ▫ |
| | | Hochlegiert | Zirkonoxidfilter | ▫ | ■ | ▫ | | | ▫ |

▫ = bedingt geeignet, ▪ = geeignet, ■ = Empfehlung

# Formimpfmittel

GERMALLOY und SMW Formlinge sind gegossene Impfblöcke, die für die Formimpfung von Sphäroguss verwendet werden. Sie werden entweder im Anschnittsystem der Form oder bei großen Gießformen im Gießbecken plaziert. GERMALLOY wird verwendet, um die Kugelausbildung des Graphits zu verbessern und die mechanischen Eigenschaften zu optimieren. Mit SMW Formlingen gelingt es, in Kombination mit GERMALLOY, die Kugelzahl weiter zu erhöhen und die Bildung von Chunkygraphit zu unterbinden. OPTIGRAN ist das Formimpfmittel für den Grauguss. Es gelingt damit einen feineren, gleichmäßig verteilten A-Graphit zu erzielen.

## Gieß- und Auflöszeit der Form-Impfmittel von ASK Chemicals*




* Die Auflöszeit hängt vom Gießgewicht ab.

**ASK Chemicals GmbH**
Reisholzstraße 16 – 18
40721 Hilden, Germany
Phone: +49 211 71 103-0
Fax: +49 211 71 103-35
info@ask-chemicals.com
www.ask-chemicals.com

ASKCHEMICALS
We advance your casting