



Lost Foam Inside

Für den Einsatz von
Aluminium,
Gusseisen,
Stahl und
Buntmetallen

LESEPROBE

Herausgeber
Lost Foam Council e.V.

Das Fachbuch
über das Lost Foam
Gießverfahren



Das Fachbuch entstand unter Mitwirkung der Lost Foam Council Mitglieder und der unten genannten Firmen, denen an dieser Stellen für die Bereitstellung von Bildmaterial und Informationen gedankt sei.

Mitwirkende Firmen:

BMW Group, A. Handtmann Metallgusswerk GmbH&Co.KG, Lovink Technocast B.V., ASK Chemicals GmbH, Kurtz GmbH, Knauf Industrie, Storopack Deutschland GmbH, GussStahl Lienen GmbH&Co.KG, Fraunhofer IFAM, Helterhoff Produktentwicklung GmbH

Autoren:

Uwe Ackermann (Kurtz GmbH)
Siegfried Kaiser (ehem. Albert Handtmann Metallgusswerk GmbH Co.KG)
Rob Klijnsma (Lovink Technocast B.V.)
Daniela Pille (Lost Foam Council e.V., Fraunhofer IFAM)
Dr. Jens Wiesenmüller (GussStahl Lienen GmbH&Co.KG)
Franz-Josef Wöstmann (Lost Foam Council e.V., Fraunhofer IFAM)
Reinhardt Woltmann (Lost Foam Council e.V., ehem. BMW Group)

Korrektur:

Jan Clausen (Lost Foam Council e.V., Fraunhofer IFAM)
Marshall Miller (Flowsolve Corporation)
Ernst Schepers (Lovink Technocast B.V.)

Bearbeitung:

Daniela Pille (Lost Foam Council e.V., Fraunhofer IFAM)

An diesem Buch haben außerdem mitgewirkt:

Layout: quintessense, Berlin
Lektorat: Jürgen W. Konrad, Bremen, quintessense, Berlin
Einbandgestaltung, Layout, Satz: quintessense, Berlin
Coverfoto: Michael Jungblut, Berlin
Druck: BerlinDruck, Achim

Dieses Buch wurde gesetzt aus der Linotype PF BeauSans Pro in Adobe InDesign CC 13.0.
Gedruckt wurde es auf MultiArt Silk (300 + 170 g/qm).

ISBN 978-3-00-060874-2

Umfangreich überarbeitete 2. Auflage 2018

Herausgegeben im Eigenverlag des Lost Foam Council e.V., Münster

Das vorliegende Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das Recht der Übersetzung, des Vortrags, der Reproduktion, der Vervielfältigung auf fotomechanischem oder anderen Wegen und der Speicherung in elektronischen Medien.

Ungeachtet der Sorgfalt, die auf die Erstellung von Text und Abbildungen verwendet wurde, können weder Verlag noch Autoren, Herausgeber oder Übersetzer für mögliche Fehler und deren Folgen eine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung übernehmen.

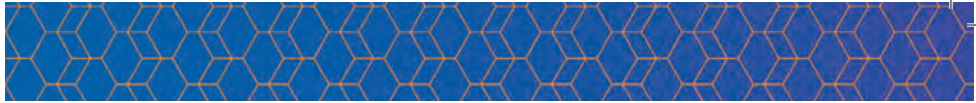
1 Vorwort

Die Vielseitigkeit des Lost Foam Gießverfahrens eröffnet unzählige neue Möglichkeiten zur Fertigung von Gussteilen und ist die perfekte Ergänzung zu anderen Gießverfahren.


Mit diesem Fachbuch informiert der Lost Foam Council e.V. (LFC e.V.) über deren Praxiserfahrungen mit dem Lost Foam Gießverfahren und steht Anwendern sowie Neueinsteigern in dieses Verfahren helfend zur Seite. Neben den Gießereien als Anwender sieht der LFC. e.V. als Zielgruppe die Konstrukteure und Designer, da diese bereits in der Entwicklungsphase eines Bauteils die Möglichkeiten zur Wertschöpfung maßgeblich beeinflussen und festlegen. So müssen schon in der frühen Phase der Bauteilgestaltung die Überlegung zur Gewichts- und Materialeinsparung sowie zur Funktionsintegration und Teilerduzierung mit einfließen.

Das Lost Foam Inside bietet einen umfangreichen Einblick in die Möglichkeiten der Bauteilgestaltung, der Anwendung und den Einstiegsmöglichkeiten in das Verfahren. Für weitere Informationen oder eine anwendungsbezogene Beratung stehen wir Ihnen zusätzlich zu dieser Publikation als LFC e.V. persönlich beratend zur Verfügung.

Auf www.lostfoamcouncil.de finden Sie Ansprechpartner, ausführliche Profile unserer Mitglieder sowie weitere Informationen zum Lost Foam Gießverfahren.



LESEPROBE



Der LFC e.V. dient als eingetragener Verein als Vermittler zwischen Wirtschaft, Industrie, Forschung und Politik und fördert die wissenschaftliche und technologische Weiterentwicklung des Lost Foam Gießverfahrens. Davon profitieren alle Unternehmen und Institutionen, die an der Prozesskette beteiligt sind – von der Entwicklung und Herstellung der Polymerschaummodelle bis zur Fertigstellung der Gussteile als Prototypen, Klein- oder Großserien.

Neben Gießereien und Modellschäumern zählen auch Geräte- und Materialhersteller zu den Mitgliedern des LFC e.V.. Das Fachbuch „Lost Foam Inside“ entstand unter Mitwirkung aller Mitglieder und spiegelt deren mehrjährige Erfahrung wider.

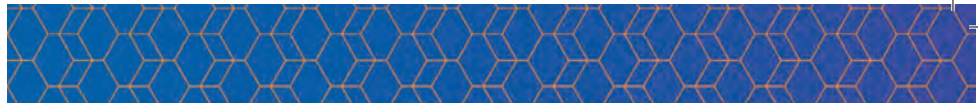
Zusätzlich zu der Kooperation mit den einzelnen Mitgliedern, arbeitet der LFC e.V. eng mit dem Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen zusammen. Das IFAM verfügt über die gesamte Lost Foam Prozesskette mit dem fachlichen Know-How und der metallkundlichen Kompetenz. Es können dadurch, ohne in Anlagentechnik investieren zu müssen, Vorentwicklungen von Gussbauteilen durchgeführt und bis zur Serienreife entwickelt werden. Zudem kann mit den ersten Gussergebnissen die Qualität und Funktion sicher bewertet und zur Entscheidungsabsicherung herangezogen werden.

LESUNGSPROBE



Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen zum Lost Foam Gießverfahren	12
1.1	Die wichtigsten Verfahrensschritte am Beispiel von Aluminiumguss im Serienguss	14
1.1.1	AUSGANGSMATERIAL FÜR DIE MODELLE	14
1.1.2	VORSCHÄUMEN	15
1.1.3	FERTIGSCHÄUMEN	16
1.1.4	FÜGEN DER MODELLSEGMENTE UND MODELLMON- TAGE AN EIN ANGUSSYSTEM	16
1.1.5	SCHLICHTEN DER MODELLTRAUBEN	17
1.1.6	EINFORMEN	17
1.1.7	GIESSEN	18
1.1.8	ENTFORMEN ENTLEEREN	19
1.2	Vor- und Nachteile des Lost Foam Gießverfahrens	20
1.2.1	VORTEILE	20
1.2.2	NACHTEILE	22
1.3	Verfahrensunterschiede zwischen Aluminium-, Gusseisen-, Stahl- und Kupferguss	23
1.4	Vollformgießverfahren – Abgrenzung zum Lost Foam Gießverfahren	23
2	Konstruktionsmerkmale	26
2.1	Modellteilungen	30
2.2	Wanddicken und Übergänge	32
2.3	Bohrungen	34
2.4	Modellvarianten	36
2.5	Entformungsschrägen	37
2.6	Schriftzeichen	37
2.7	Bearbeitungszugaben	38
2.8	Toleranzen	38
3	Simulation	40



4	Modellherstellung – vom Rohmaterial zur Modelltraube	44
4.1	Modellwerkstoffe	47
4.1.1	EXPANDIERBARES POLYSTYROL (EPS)	48
4.1.2	EXPANDIERBARES POLYMETHYLMETHACRYLAT (EPMMA)	49
4.1.3	COPOLYMER (Co-Po)	50
4.1.4	POLYMER-BLENDS (POLYMERMISCHUNGEN)	51
4.1.5	ANLIEFERUNG DER ROHMATERIALIEN UND LAGERUNG	51
4.2	Voraussetzungen für das Vorschäumen und die Modellherstellung	52
4.3	Vorschäumen des Rohmaterials	54
4.4	Formteilherstellung aus Vorschäum	56
4.5	Trocknung von Formteilen	58
4.5.1	KONVEKTIVE TROCKNUNG	59
4.6	Einfluss der Modelleigenschaften auf den Gießprozess und die Gussteilqualität	59
4.6.1	FEHLER, DIE BEI DER MODELLHERSTELLUNG AUFTRETEN KÖNNEN	60
4.7	Fügen von Schaummodell-Segmenten	67
4.7.1	HEISSKLEBEN	68
4.7.2	KALTKLEBEN	70
4.7.3	KLEBENÄHTE	71
4.7.4	SCHWEISSEN	72
4.7.5	STECKEN	72
4.7.6	FEHLER, DIE BEIM FÜGEN AUFTRETEN KÖNNEN	73
4.8	Angussysteme	73
4.9	Schichten der Modelltraube	75
4.10	Trocknung geschichteter Modelle	77
4.10.1	MIKROWELLENTROCKNUNG	77
4.10.2	FEHLER, DIE BEIM SCHLICHTEN AUFTRETEN KÖNNEN	78
5	Gießprozess – vom Modell zum Gussteil	82
5.1	Einformen der Modelltraube	84
5.1.1	FORMSTOFF	87

5.2	Beschreibung des Gießvorgangs	88
5.2.1	EINGIESSEN VON HAND	88
5.2.2	AUTOMATISCHES GIESSEN MIT AUFGESETZTEM EINGUSSTRICHTER	90
5.2.3	GUSSTRAUBENENTNAHME	91
5.2.4	TRENNEN VON GUSSTRAUBEN, ROHGUSSTEIL UND KREISLAUFMATERIAL	93
5.2.5	ALTSANDRÜCKTRANSPORTEINRICHTUNG, THERMISCHE NACHVERBRENNUNGSANLAGE	94
5.2.6	PYROLYSE DES POLYMERSCHAUM-MODELLS	94
5.2.7	EINFLUSSFAKTOREN FÜR DEN GIESSPROZESS	96
5.2.8	FEHLER, DIE BEIM GIESSEN AUFTRETEN KÖNNEN	98
6	Anlagentechnik	104
6.1	Dampferzeuger	106
6.2	Vorschäumer	107
6.2.1	MEDIENVERSORGUNG	108
6.2.2	SILUANLAGEN	110
6.3	Fertigschäumer/Formteilautomat	111
6.3.1	MEDIENVERSORGUNG	113
6.4	Klebeteknik	116
6.5	Schlichteinrichtung und Trockenofen	116
6.6	Einsanden und Verdichten	117
6.7	Einrichtungen zum Schmelzen, Warmhalten, Behandeln, Vergießen	118
7	Werkzeuge zum Fertigen und Kleben der Modelle	120
7.1	Konstruktionsmerkmale für Schäumwerkzeuge und Klebmatrizen	122
7.2	Werkstoffe für Schäumwerkzeuge	124
7.3	Auswahl der Schäumwerkzeuge nach den Typen der Formteilautomaten	125
7.4	Standardaufbau eines Schäumwerkzeuges	125
7.5	Monoblockaufbau	127
7.6	Einfach- und Mehrfachwerkzeuge	128

7.7	Begasungs- und Entlüftungsdüsen	128
7.8	Verdüsung mit Mikrobohrungen	129
7.9	Auswerfer	129
7.10	Einlegeteile für komplizierte Geometrien	130
7.11	Einlegeteile für einen Verbundguss	130
7.12	Behandlung der Schäumwerkzeugoberflächen	131
8	Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle	132
8.1	Wareneingangsprüfung	134
8.1.1	MODELLROHMATERIAL	134
8.1.2	SCHLICHTE	136
8.1.3	KLEBSTOFF	139
8.2	Fertigungsprüfung	140
8.2.1	MODELLE	140
8.2.2	FÜGEN	143
8.2.3	SCHLICHTEN	143
8.2.4	EINSANDEN	144
8.2.5	FORMFÜLLUNG	144
8.3	Fertigteilprüfung	145
9	Zum Einstieg in das Lost Foam Gießverfahren	146
9.1	Einstiegsprobleme/-risiken	149
9.2	Umweltaspekte des Lost Foam Verfahrens	150
G	Glossar	154
D	Wörterbuch	164



LESEPROBE



Konstruktions- merkmale

LESERPROBE

2 Konstruktionsmerkmale

Das Lost Foam Gießverfahren ermöglicht es, Sekundärfunktionen zu integrieren und komplexe Bauteile zu realisieren, ohne die bei anderen Verfahren meist üblichen Restriktionen in Kauf nehmen zu müssen. Um diese verfahrensspezifischen Vorteile optimal nutzen zu können, müssen sich Designer, Konstrukteure und Gießer bereits im Entstehungsprozess abstimmen und neben der eigentlichen Bauteilfunktion möglichst die gesamte Fertigungskette mit in die Betrachtung einbeziehen. Dazu zählen:

- die Aufteilung des Gussteils in Segmente
- die Gestaltung der Klebeflächen und zulässiger Modellsegmentteilungswinkel
- das Ein- und Ausfließen von Schlichte während des Schlichteprozesses, um eine gleichmäßige und geschlossene Schicht zu erhalten
- Öffnung für eine vollständige und kontrollierte Trocknung der Schlichte
- die Befüllung aller Hohlräume mit Formstoff
- Entformungsschrägen der Modellsegmente
- notwendige Schieber im Schäumwerkzeug
- Bearbeitungszugaben
- Randbedingungen der Bearbeitung und Montage sowie
- die Möglichkeit zur Kombination mit benachbarten Bauteilen, um Bearbeitungs- und Montagevorgänge zu reduzieren

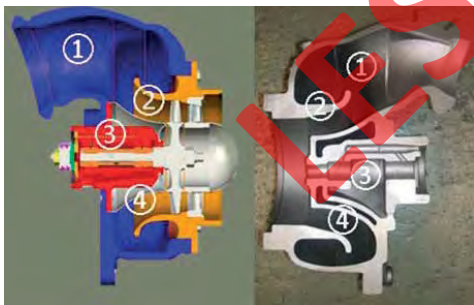


Abbildung 9: Konstruktionsdarstellung (Querschnitt) der Einzelteile eines Turbinengehäuses (links) und komplexes Lost Foam Gusseisen Gussteil (Querschnitt) der LOVINK TECHNOCAST B.V. (COPYRIGHT) in einem Abguss hergestellt (rechts).

- 1) Diffusor
- 2) Diffusoreinlass
- 3) Lagergehäuse
- 4) Hitzeschild

Anwendungsbeispiel:

Die nebenstehenden Abbildungen zeigen ein Turbinengehäuse der Firma Lovink Technocast B.V., bei dem vier Bauteile in einem Lost Foam Gussteil realisiert wurden:

Das Lost Foam Modell konnte aus sechs Einzelsegmenten hergestellt werden (Abbildung 10).

Lost Foam Gussteile können bereits mit Bohrungen gegossen werden, um die spätere Nachbearbeitung zu reduzieren. Hierfür muss es derartig in mehrere Segmente aufgeteilt werden, dass möglichst viele Bohrungen weitgehend ohne Schieber im Werkzeug mitgeschäumt werden können. Dabei sind die Randbedingungen für die Klebeflächen und der zulässige Segmentteilungswinkel einzuhalten. (Anmerkung: Der Segmentteilungswinkel ist wichtig für den anschließenden Klebprozess, da bei zu starkem Winkel der Klebstoff zu fließen beginnt und die Klebstoffnaht ungleichmäßig ausgebildet wird.) Diese Vorgehensweise verringert den nachgeschalteten Bearbeitungsumfang.

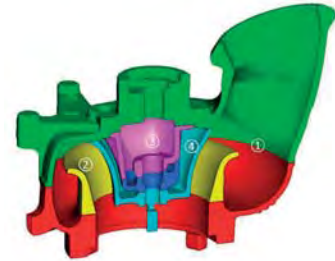


Abbildung 10: Konstruktionsdarstellung (Querschnitt) eines Lost Foam Modells bestehend aus sechs Segmenten, Turbinengehäuse der LOVINK TECHNOCAST B.V. (COPYRIGHT)

Anwendungsbeispiel:



Die oberen Abbildungen zeigen die Konstruktion eines Ladeluftverteilers ohne und mit Bearbeitungsflächen (grün) der Firma Albert Handtmann Metallgusswerk GmbH & Co.KG.

Abbildung 11: Konstruktionsdarstellung eines Ladeluftverteilers mit (links) und ohne (rechts) Bearbeitungsflächen (COPYRIGHT: ALBERT HANDTMANN METALLGUSSWERK GMBH & Co.KG)

Die folgenden Informationen haben sich in der Praxis des Lost Foam Gießens bewährt und repräsentieren Erfahrungen mit mehreren Millionen von Gussteilen.

Abbildung 12: Verklebtes Modell mit horizontalen Teilungsebenen und Modellteilungen mit 45° Neigung (COPYRIGHT: LOVINK TECHNOCAST B.V.)

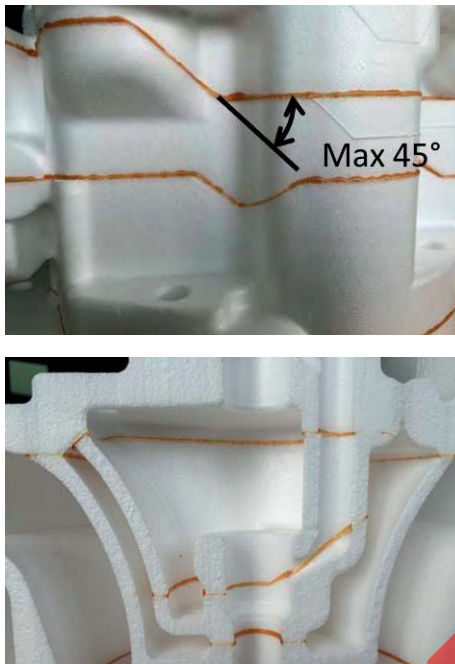
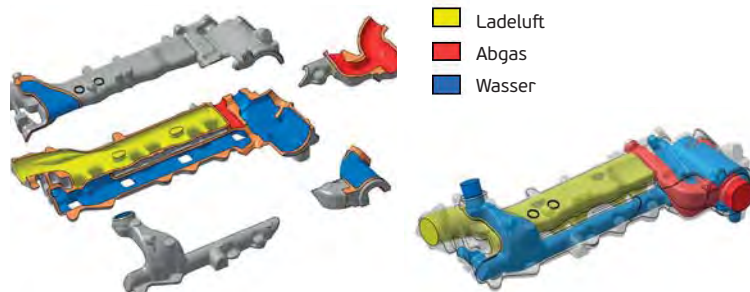


Abbildung 13: Querschnitt durch ein Modell zur Darstellung der Klebenähte, die Neigung der Klebenähte überschreite die 45° nicht (COPYRIGHT: LOVINK TECHNOCAST B.V.)



Abbildung 14: Konstruktion eines Ladeluftverteilers (oben) mit Führung von Ladeluft, Abgas und Wasser (Mitte) und zerlegtes Konstruktionsmodell in die einzelnen Segmenten (rechts) (COPYRIGHT: ALBERT HANDTMANN METALLGUSSWERK GMBH & Co.KG)



2.1 Modellteilungen

Einfache Geometrien ohne Hinterschnitte können häufig in einem Stück geschäumt werden. Komplexe Bauteile mit Hinterschnitten können entweder unter Verwendung von Schiebern im Werkzeug hergestellt werden, wodurch das Werkzeug aufwändiger wird, jedoch Klebenähte eingespart werden können, oder der in hinterschnittsfreie Einzelsegmente zerlegt werden, damit die Herstellung in Aluminiumwerkzeugen ohne Schieber ermöglicht wird. Nach dem Schäumen werden die Segmente durch Kleben zu kompletten Modellen zusammengefügt. Dabei ist darauf zu achten, die Anzahl der Segmente und damit auch der Klebenähte möglichst gering zu halten. Jede Klebnaht stellt für die Schmelze im Formfüllungsprozess eine Barriere dar, die sie kurzzeitig stoppt und ihr aufgrund ihrer hohen Klebstoffdichte einen höheren Betrag an Energie entzieht. Die Teilungsebenen, auch Splitflächen genannt, sollten eine möglichst horizontale Formteilung aufweisen (maximal 45°, Abbildungen 12-13), damit der Kleberauftrag möglichst klein gehalten werden und der Klebstoff nicht verlaufen kann.

Anwendungsbeispiel:

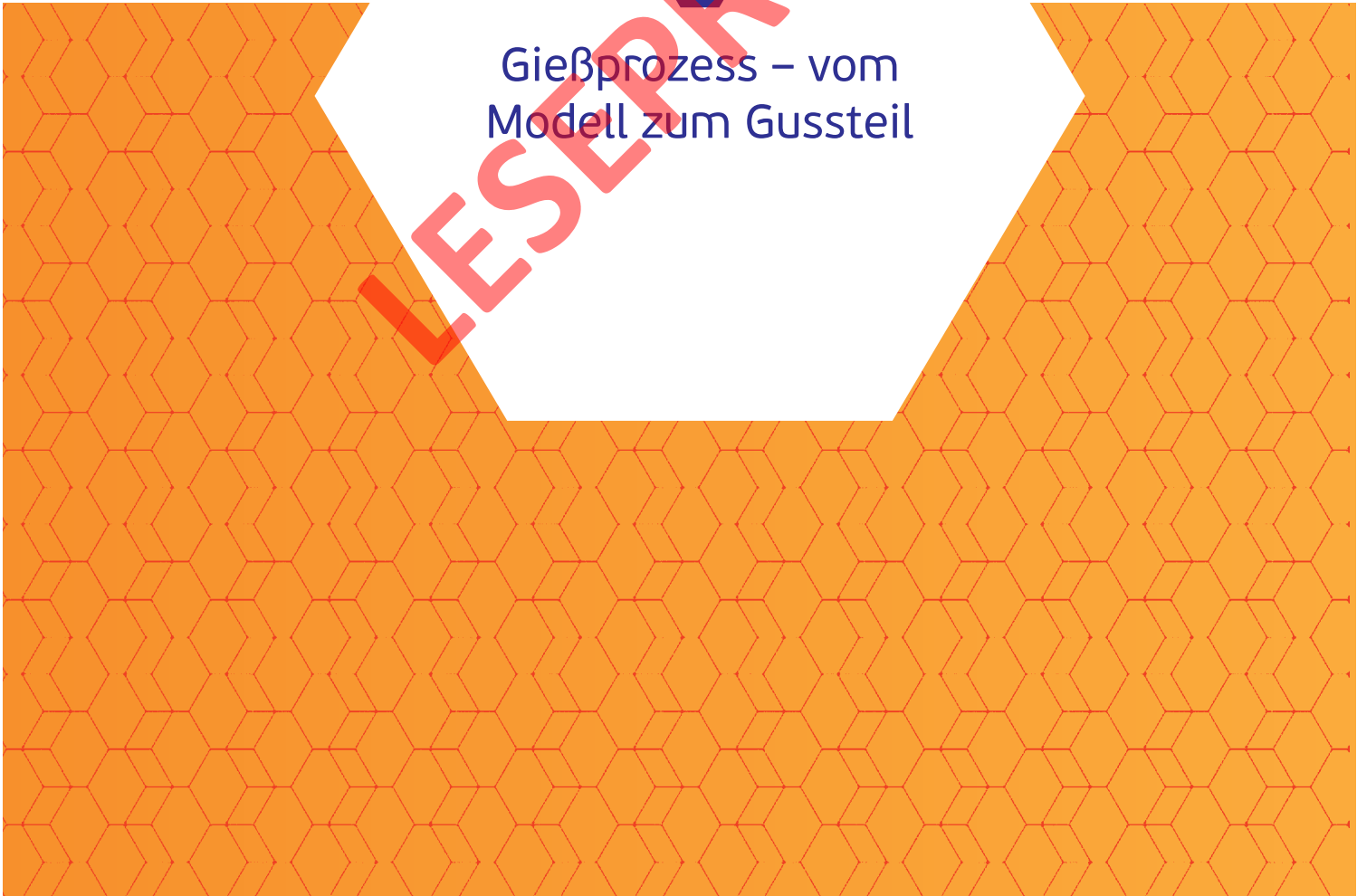
Die untenstehenden Abbildungen zeigen die Konstruktion und den Modellaufbau eines Ladeluftverteilers der Firma Albert Handtmann Metallgusswerk GmbH & Co.KG. Auf engstem Bauraum beinhaltet der Ladeluftverteiler die Führung von Ladeluft, Abgas und Wasser. Die Wandstärke beträgt 4,5 mm. Bei diesem Bauteil konnte weitestgehend eine horizontale Segmentteilung umgesetzt werden, sowie



5

Gießprozess – vom Modell zum Gussteil

LESERPROBE



5 Gießprozess – vom Modell zum Gussteil

Der Gießprozess besteht aus den wesentlichen Schritten Einformen in binderlosen Formstoff unter Vibrationen, Abgießen der Modelltraube mit Zersetzung des Modellmaterials und Entleeren des Gießbehälters (Abbildung 97).

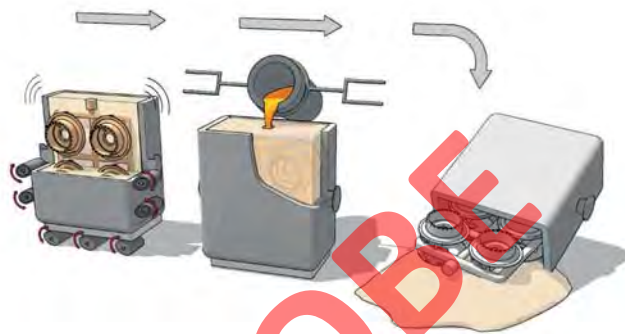


Abbildung 97: Einformen, Abgießen und Entleeren (COPYRIGHT LOST FOAM COUNCIL E.V.)

5.1 Einformen der Modelltraube

Die geschichtete und getrocknete Modelltraube wird vor dem Abguss in binderlosen Formstoff eingebettet. Hierfür wird zuerst eine Schicht Formstoff unter Vibrationen in den Formbehälter gefüllt und anschließend die Modelltraube auf die verdichtete Schicht platziert (Abbildung 98).

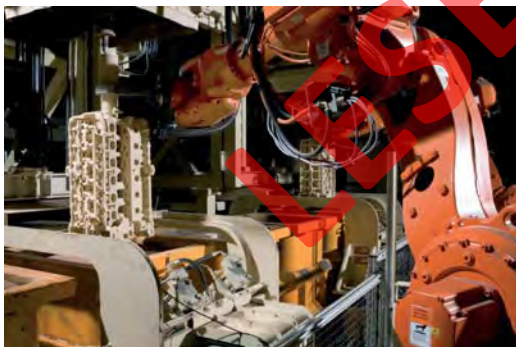


Abbildung 98: Einsetzen der Modelltraube in den Formbehälter (6-Zylinder-Zylinderköpfe der BMW GROUP (COPYRIGHT))

Danach wird der Formbehälter mit weiterem binderlosen und rieselfähigen Formstoff aufgefüllt und die Modelltraube umhüllt (Abbildung 99 und 100). Die Vibrationen in horizontaler sowie vertikaler Richtung fluidisieren den Formstoff und ermöglichen somit den Transport in alle Hinterscheidungen des Modells. Die Verdichtung des Formstoffs erhöht dessen Widerstand gegen den metallostatistischen Druck bei einfließender Schmelze. Das verhindert einen Formkollaps und unterbindet die Penetration der Schmelze in den Formstoff.

Voraussetzung für eine homogene Befüllung ist eine angepasste Einfüllgeschwindigkeit. Unerwünschte Sandbewegungen können dazu führen, dass die Modelle brechen oder sich verziehen. Wie lange der Prozessschritt der Befüllung und Vibration dauert ist abhängig von der Modellgeometrie und richtet sich gewöhnlich nach

der Zeit, die benötigt wird, um die Formhohlräume zu füllen und zu verdichten.

Befüllung und Vibration werden in der Regel parallel geschaltet, um eine bessere Füllung von Hinterschneidungen zu gewährleisten. Es wird empfohlen, den Formstoff schichtweise einzufüllen und zu verdichten. Bei einer einmaligen kompletten Formfüllung werden interne Hohlräume nicht vollständig gefüllt und verdichtet, weil der Formstoff in den tieferen Lagen nicht mehr fluidisiert („fließt“).

Im industriellen Einsatz werden die Prozessschritte durch ein Programm gesteuert. Dabei wird je nach Art des Verdichtertisches eine horizontale, vertikale oder eine Kombination aus beiden Schwingungsrichtungen ermöglicht. Der Antrieb wird in der Regel mit Unwuchtmotoren bewerkstelligt. Für das Einsanden und Verdichten sind folgende Maschinenparameter von Bedeutung:

- Frequenz,
- Amplitude,
- Beschleunigung,
- Zeit,
- Federkonstante,
- Gewicht,
- Behälterform,
- Behälterverklammerung,
- Sandbunkerauslass,
- Halteeinrichtung,
- Erregerkraft und Dämpfung sowie
- Formstoffdichte, -geometrie und Partikelgröße.

In Abbildung 101 ist ein 3D-Verdichtertisch der Firma Vulcan Engineering Co. zu sehen. Die Anlage ist am Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen aufgebaut und wird für Entwicklungsarbeiten sowie die Prototypenfertigung eingesetzt.

Abbildung 99: Befüllen der Formbehälter mit Formstoff durch Öffnen einer Lochplatte
(COPYRIGHT ALBERT HANDTMANN METALLGUSSWERK GMBH & Co.KG)



Abbildung 100: Eingeförmte Modelltraube in Quarzsand (6-Zylinder-Zylinderköpfe der BMW GROUP (COPYRIGHT))

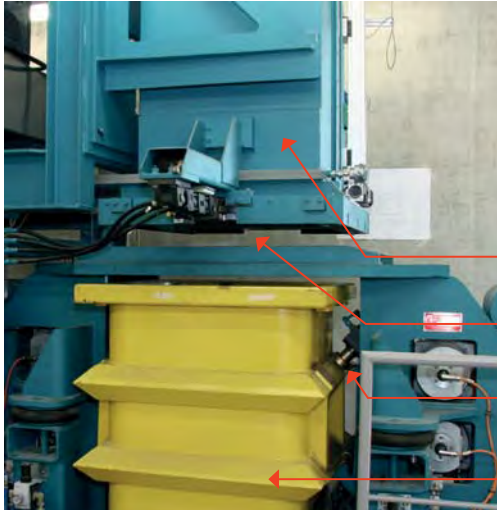


Abbildung 101: 3D-Verdichtertisch der Firma Vulcan Engineering Co. am FRAUNHOFER IFAM (COPYRIGHT)

Der Formstoff rinnt aus dem über dem Formbehälter befindlichen Sandbunker durch Lochplatten, deren Öffnungen automatisch geöffnet und geschlossen werden können (Abbildung 99). Dabei ist darauf zu achten, dass der Formstoff zügig und gleichmäßig zugeführt und die Fallhöhe auf ein Minimum reduziert wird.

Dosierbehälter

Dosierbehälterauslass (Lochplatte)

Fixierung

Gießbehälter

Die Fixierung gewährleistet, dass der Gießbehälter fest mit dem Verdichtertisch verbunden ist und die Vibrationen somit direkt übertragen werden können. Die für das Einformen erforderlichen Prozessparameter werden von Unwuchtmasse, Drehzahl und Welle drehrichtung beeinflusst.

Für die Qualität der Verdichtung wird folgende Parametereinstellung variiert:

- Frequenz
- Amplitude
- Vibrationsrichtung / Zahl der Schwingungsachsen
- Dauer der Vibration

Die Vibrationsparameter sind abhängig von dem zu fertigenden Gussteil und müssen daher gussteilspezifisch empirisch ermittelt werden. Wie lange die Vibrationsphase dauert, wird vor allem davon beeinflusst, wie schnell sich die Modellkavitäten, z. B. Kanäle, füllen.

Hohe Vibrationsbeschleunigungen führen zu einer besseren Fließfähigkeit, jedoch nicht zur besseren Verdichtung des Formstoffs.



Anlagentechnik

LESEPROBE

6 Anlagentechnik

Zur Anlage für die Herstellung der Modelle gehören die Komponenten Vorschäumer (1), Siloanlage (2), Dampferzeugungsanlage (3), Druckluftanlage (4), Kühlwasserversorgung (5) und Formteilautomat (6), wie sie in Abbildung 125 schematisch dargestellt sind.

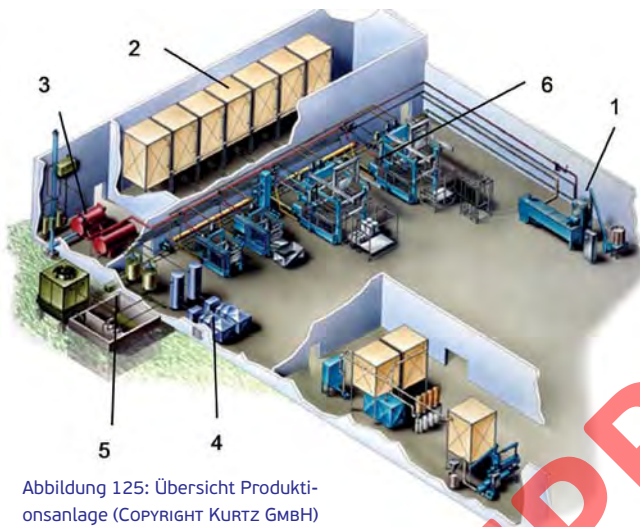


Abbildung 125: Übersicht Produktionsanlage (COPYRIGHT KURTZ GMBH)

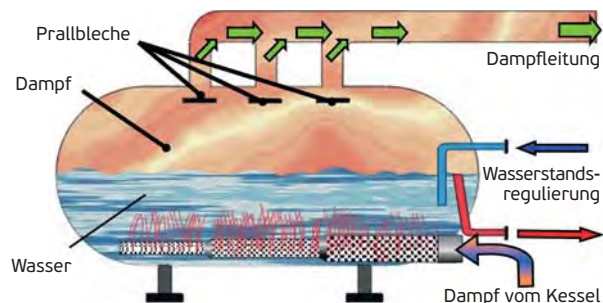


Abbildung 126: Dampferzeuger der Fa. Loos am FRAUNHOFER IFAM (COPYRIGHT) in Bremen

Abbildung 127: Schematische Darstellung eines Dampfspeichers (COPYRIGHT KURTZ GMBH)

6.1 Dampferzeuger

Für den Ausschäumprozess wird trockengesättigter Dampf mit einem Netzdruck von 2,5 bis 3,0 bar benötigt. Um ihn zu erzeugen, empfiehlt es sich, einen Dampfkessel einzusetzen, der seinen optimalen Wirkungsgrad bei einem Betriebsdruck von 9 bis 10 bar erreicht. Um die Verbrauchsspitzen abfangen zu können ist ein Dampfspeicher vorzusehen, der mit einem Druck von 2,5 bis 3,0 bar betrieben werden sollte. Für den Betrieb des Dampfkessels ist es erforderlich, das Speisewasser mit den Vorgaben des Kesselherstellers abzugleichen und den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten anzupassen. Üblicherweise wird der Dampfkessel mit Leichtöl oder Erdgas befeuert, es können zum Beispiel aber auch Holzspäne, Fernwärme oder Biogas sowie elektrisch betriebene Kleinanlagen dafür verwendet werden. In den folgenden Abbildungen 126 und 127 sind der Dampfkessel und dessen Prinzip dargestellt.



6.2 Vorschäumer

Das Rohmaterial kann kontinuierlich oder diskontinuierlich vorgeschäumt werden. Bei kontinuierlichen Vorschäumern (Abbildung 128) wird Rohmaterial aus einem Oktabin (Behälter) in einen Dosierbehälter befördert und von dort aus mittels einer Dosierschnecke kontinuierlich in den Schäumbehälter eingetragen. Dort wird es bei offener Atmosphäre kontinuierlich mit Wasserdampf beaufschlagt, wodurch das Material zu expandieren beginnt und in Form leichter Perlen mit verringerter Dichte in der Schüttung bis zu einem Überlauf nach oben steigt. Dort fallen die Perlen in einen Fließbettttrockner, wo sie durch ein Gebläse fluidisiert, getrocknet und stabilisiert werden, bevor sie nach einer Verweilzeit im Fließbett gesiebt und pneumatisch in die Zwischenlagersilos befördert werden. Eventuell angefallene Klumpen werden mechanisch aufgelöst. Der Vorschäumgrad wird über die Verweilzeit im Energieträgermedium gesteuert. Die Schüttdichte kann beim kontinuierlichen Vorschäumen über eine geänderte Auslaufhöhe oder Drehzahl der Dosierschnecke eingestellt werden.



Abbildung 128: Kontinuierlicher Vorschäumer der Firma KURTZ (COPYRIGHT)

Beim diskontinuierlichen Verfahren (Abbildungen 129 und 130) wird das Rohmaterial in Chargen vorgeschäumt. Auch hier wird es dafür aus den Oktabin in einen Dosierbehälter befördert. Dort wird eine vorgewählte Menge mittels eines Wiegebehälters und einer Wägezelle dosiert und danach in den Schäumbehälter eingetragen, um dort in einer geschlossenen Atmosphäre unter einem wählbaren Dampfdruck vorzuschäumen. Die Schüttdichte lässt sich bei diesem Verfahren über ein exakt abschaltbares Vorschäumvolumen oder eine Änderung der Einwaage bei festgesetzten Vorschäumvolumen einstellen. Alternativ hierzu kann auch die Bedampfungszeit entsprechend geändert werden. Danach werden die Perlen im Fließbettttrockner getrocknet, stabilisiert und in die Zwischenlagersilos befördert.

Abbildung 129: Diskontinuierlicher Vorschäumer der Firma KURTZ (COPYRIGHT)





Abbildung 130: Chargenvorschäumer PRO-A-500 der Fa. STYRO-LOGIC am FRAUNHOFER IFAM (COPYRIGHT) in Bremen

Im Lost Foam Gießverfahren hat sich im Laufe der Zeit der diskontinuierliche Prozess durchgesetzt. Einer seiner Vorteile besteht darin, die Materialdichten schnell umstellen zu können. Dies ist von Charge zu Charge möglich, wohingegen beim kontinuierlichen Prozess stetig viel Material verloren geht, bis die gewünschte neue Dichte erreicht wird. Weil bei diskontinuierlichen Vorschäumern mit geschlossener Atmosphäre unter Druck gearbeitet wird, können äußere Einflüsse ausgeschlossen und höhere Dampftemperaturen eingesetzt werden. Beim diskontinuierlichen Vorschäumprozess kann eine Schüttdichte von 12 bis 13 g/l erreicht werden, im kontinuierlichen Prozess dagegen eine von 16 bis 17 g/l.

Das LFGV verlangt eine gleichbleibende Schüttdichte und eine einheitliche Größe der Perlen. Um dies zu erreichen, sind eine hohe Dosiergenauigkeit der Einwaage, eine wiederholgenaue Überwachung des Schäumvolumens und eine konstante Versorgung mit Wasserdampf erforderlich. Um eine möglichst homogene Bedampfung aller Perlen über den gesamten Vorschäumbehälter zu erreichen, sollte der Dampf durch ein Deckelspaltsieb möglichst gleichmäßig einströmen und die Fläche der Dampfung im Bodenbereich des Schäumbehälters möglichst groß sein.

Zur Überwachung des Vorschäumprozesses kann eine automatische Einrichtung verwendet werden, die Materialproben aus dem Fließbettrockner entnimmt, die Schüttdichte misst und den Messwert protokolliert. Bei einer Abweichung kann automatisch auf die Steuerung des Vorschäumers Einfluss genommen werden.

6.2.1 Medienversorgung

Für den Betrieb eines Vorschäumers sind neben Elektrizität die Medien Wasserdampf und Druckluft bereitzustellen. Der elektrische Anschluss richtet sich nach den verwendeten Antrieben, Gebläsen und Steuerungen.