

Gießharze in der Elektro- und Elektronikindustrie
Von der Lagerung bis zur Verarbeitung im Bauteil



Vergießen und Kleben nehmen in der Produktion von elektronischen Bauteilen eine wichtige Stellung ein. Dieser wissenschaftliche Beitrag erklärt die wichtigsten Einflussfaktoren vor, während und nach dem Vergussprozess. Er dient als Schulungs- und Informationspapier für alle, die im Bereich der Fertigung von elektronischen Bauteilen tätig sind.

Gießharze, in diesem Beitrag auch als Vergussmaterial oder –medien bezeichnet, werden in ein Bauteil gefüllt bzw. auf ein Bauteil¹ aufgetragen. In ausgehärtetem bzw. getrocknetem Zustand schützen sie Elektronik vor Feuchtigkeit, Staub oder Beschädigung. Je nach Beschaffenheit verbessern sie auch die elektrischen Eigenschaften. Es gibt unterschiedliche Verfahren in der Vergusstechnologie, die in diesem Beitrag näher erläutert werden. Ziel aller Methoden ist, die richtige Menge zur richtigen Zeit auf den richtigen Ort des Bauteils aufzubringen. Dabei darf nicht vergessen werden, dass die Vergussqualität nicht nur von der Dosier- bzw. Vergussmaschine abhängt. Einflussfaktoren wie Gießharzeigenschaften, Lagerung, Bauteildesign oder Aushärteverfahren spielen eine wesentliche Rolle und müssen bei der Fertigungsplanung mit berücksichtigt werden.

¹ Das Wort Bauteil wird hier immer verwendet für ein Produkt, was noch zu verarbeiten bzw. zu vergießen ist. (z.B. Gehäuse, Wickelgut, Steuerung, Kühlkörper, Transformator etc.)

1	Gießharze in der Elektro- und Elektronikindustrie Von der Lagerung bis zur Verarbeitung im Bauteil	1
2	Gießharze	3
2.1	Zweikomponenten Gießharze.....	3
2.2	Einkomponenten Gießharze	3
2.3	Füllstoffe.....	4
2.4	Feuchtigkeitsempfindliche Harze	4
3	Bauteildesign	4
4	Materialhandling	5
4.1	Materiallagerung	5
4.2	Vermeidung von Luftblasen im Vergussmaterial	6
4.3	Vermeidung Sedimentation von Füllstoffen	7
4.4	Temperierung von Gießharzen	7
5	Materialförderung	8
6	Dosiersysteme für Gießharze.....	10
6.1	Dosieren durch Zeitmessung	11
6.2	Dosieren durch Massenbestimmung	11
6.3	Dosieren durch Volumenbestimmung.....	11
7	Das Mischen zweier Komponenten	12
7.1	Das statische Mischrohr.....	12
8	Vergießen und Härten	12
8.1	Vergussarten.....	12
8.1.1	Füllen	12
8.1.2	Versiegeln.....	12
8.1.3	Kleben.....	13
8.1.4	Auftragen	13
8.1.5	Wärme Ableiten	13
8.2	Verguss im Vakuum.....	13
8.3	Vernetzung von Gießharzen	14
9	Der Produktionsprozess als Qualitätskette	14

Gießharze

Gießharze sind synthetische Kunstharze, die auf Basis verschiedener Materialien, wie Silikon, Polyurethan oder Epoxid hergestellt werden. Diese Gießharze werden flüssig verarbeitet, wo sie zum Endprodukt oder als Teil dessen erstarren. Die Erstarrung erfolgt durch eine chemische Reaktion (Vernetzung) und ist nicht umkehrbar. Sie kommt durch verschiedene Einflüsse wie Wärme, Feuchtigkeit, UV-Licht oder auch Beimischen eines Härter zustande (siehe Punkt 8.3). Neben den vielfältigen Rezepturen ist ein Hauptunterscheidungsmerkmal die Viskosität². Die Vergussmaterialien werden im niedrigviskosen (Salatöl) bis hin zum hochviskosen Bereich (Senf) verarbeitet. Die Rezepturen sind so ausgelegt, dass die Vergussmaterialien bestimmte Eigenschaften besitzen. Diese können sein: klebend, dichtend, wasser-/lösemittelfest, elastisch, Wärme/Elektrizität ableitend, isolierend u. v. m.

Zweikomponenten Gießharze

Bei 2-Komponenten-Gießharze (kurz: 2K-Harze) werden zwei räumlich getrennte Zubereitungen eingesetzt, die meist mit „A“ und „B“ bezeichnet sind. Eine der beiden Zubereitungen enthält Harzmonomere (oder auch Binder), während die andere Härter enthält. Die beiden Komponenten werden vor der Applikation im korrekten Verhältnis intensiv vermischt. Mit dem Kontakt von Harz und Härter startet die chemische Reaktion. Als weitere Inhaltsstoffe der Zubereitungen können Stabilisatoren, Thixotropiermittel, Beschleuniger, weitere Additive, Farb- oder Füllstoffe zum Einsatz kommen. Für besondere Anwendungsfälle werden auch Drei- oder Mehrkomponentenstoffe hergestellt³.

Einkomponenten Gießharze

Bei 1-Komponenten-Harzen (1K-Harze) wird das gebrauchsfertige Gießharz direkt verwendet. Das Gießharz härtet dann durch Veränderung der Umgebungsbedingungen aus. Dies kann beispielsweise durch Temperaturerhöhung, Zutritt von Luftfeuchtigkeit, Ausschluss von Luftsauerstoff oder Kontakt mit der Substratoberfläche geschehen. Auch bei den chemisch härtenden 1-Komponentenstoffen sind chemische Reaktionen zwischen Harzmonomeren und Härter für den Aufbau des Polymers verantwortlich. Im Unterschied zu den 2-Komponenten-Klebstoffen können sie aber bei den vom Hersteller empfohlenen Lagerungsbedingungen nicht bzw. nur extrem langsam miteinander reagieren.

² Die Viskosität ist ein Maß für die Zähflüssigkeit eines Fluids

³ Quelle: Wikipedia

Füllstoffe

Viele Gießharze werden mit Füllstoffen angereichert um die Eigenschaften zu verändern. Beispielsweise minimieren Silikate das Schrumpfverhalten und Metalloxyde sorgen für wärmeleitende Eigenschaften. Eingesetzt werden sie beispielsweise als Bruchstücke, Kugeln (Perlen) oder Würfel (siehe Abb.: 1). Diese Füllstoffe weisen teilweise sehr hohe Härtegrade sowie scharfkantige Formgebungen auf. Die Pumpen einer Förderanlage müssen deshalb genau auf solch abrasive Materialien ausgelegt sein. Sonst riskiert der Anwender hohe Wartungs- und Reparaturkosten.

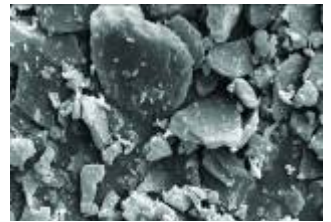


Abb.: 1 Füllstoff Aluminiumhydroxid
Auflösung 2000x



Füllstoff Kreide
Auflösung 5000x

Feuchtigkeitsempfindliche Harze

Vergussmaterialien können aus zweierlei Hinsicht empfindlich auf Feuchtigkeit sein. Zum einen gibt es Harzsysteme, die mit Feuchtigkeit aushärten. Um eine Reaktion herbeizuführen reicht es hier schon, das Vergussmedium eine längere Zeit der Umgebungsluft (Luftfeuchtigkeit) auszusetzen. Zum anderen führt Feuchtigkeit bei bestimmten Harzsystemen zu unerwünschten Nebenreaktionen. Bei Polyurethan zum Beispiel nimmt das Harz Feuchtigkeit gerne aus der Umgebungsluft auf. Wird das Harz mit dem Härter vermischt, reagiert der Härter mit der vom Harz aufgenommenen Feuchtigkeit. Es bildet sich CO₂, d. h. das Material schäumt auf.

Auch der unvermischte Härter nimmt Feuchtigkeit auf, worauf er mit der Bildung von Polyharnstoff reagiert. Diese kleinen Partikel (Kristalle) trüben das Material und verstopfen im schlimmsten Fall die Maschinenfilter. Eine adäquate Lagerung, die vollständige Entleerung der Gebinde sowie eine Aufbereitung unter Vakuum, minimieren diese Risiken um ein Vielfaches. (Siehe Punkt 4.1 Materiallagerung)

Bauteildesign

Die Geometrie eines Bauteils bestimmt wesentlich den Vergussablauf und die Ergebnisqualität. Je verwinkelter der Aufbau eines Bauteils ist, desto mehr Programmier- und Parametrierungsaufwand muss betrieben werden, damit das Vergussmaterial jeden Hohlraum erreicht. Die Folgen sind höhere Kosten und meist auch längere Taktzeiten.

Ein Beispiel: Waagrechte, flächige Module im Bauteil sammeln beim Vergießen oft aufsteigende Luft unter sich (Abb.:2). D. h. zwischen Vergussmaterial und der Modulunterseite bleibt ein Luftpolster (Abb.:3). Die Folge können korrodierende oder funktionsunfähige Bauteile sein.

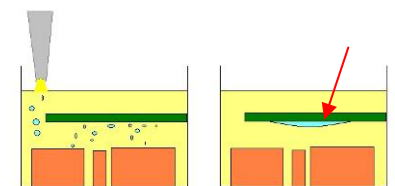


Abb.: 3









Abb.: 3

Wer Kosten minimieren und das Vergussergebnis maximieren möchte, entwirft das Bauteil direkt mit einem Vergussprofi an seiner Seite.

Materialhandling

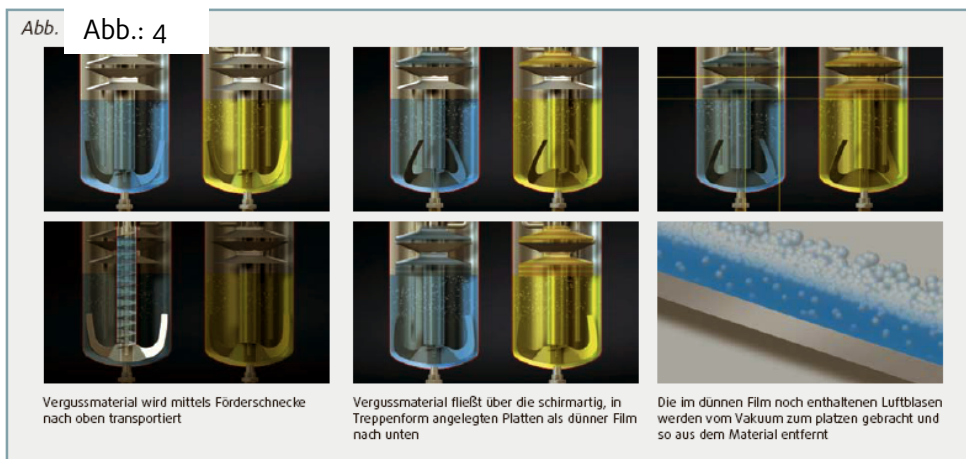
Materiallagerung

Eine falsche Lagerung des Vergussmaterials kann die Verarbeitungseigenschaften verändern. In der folgenden Tabelle sind einige wichtige Punkte zusammengefasst.

	Auslöser	Auswirkung	Lösung
Kurzschluss 	Temperaturunterschiede zwischen Lager- und Produktionshalle können zu Kondensatbildung auf dem Bauteil führen.	Die Feuchtigkeit wird beim Verguss eingeschlossen und führt bei Kontakt mit dem Bauteil zu Korrosion und im schlimmsten Fall zu einem Kurzschluss.	Eine Vorwärmestation trocknet die Bauteile und entfernt zuverlässig jede Feuchtigkeit.  Schon gewusst: Adäquat temperierte Bauteile können auch die Reaktion der Vergussmasse positiv beeinflussen, wie beispielsweise eine zeitlich angepasste oder gleichmäßigere Trocknung.
Aufschäumen 		Unerwünschte Reaktion des Vergussmaterials mit der kondensierten Feuchtigkeit. Z.B. bei Polyurethan reagiert der Härter bei Kontakt mit der Feuchtigkeit mit Bildung von Co ₂ ; das Vergussmaterial schäumt.	
Aufschäumen 	Feuchtigkeitsempfindliche Materialien, die in offenen oder beschädigten Gebinden gelagert werden, ziehen Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft.	Harz nimmt Feuchtigkeit z.B. aus Umgebungsluft auf. Beim Vermischen der beiden Komponenten, reagiert der Härter mit der vom Harz aufgenommenen Feuchtigkeit und bildet Co ₂ ; das Vergussmaterial schäumt.	Material immer bei vorgeschriebener Temperatur und in geschlossenen Behältern lagern.  Schon gewusst: Nach dem Öffnen sollte das Material möglichst in einer Aufbereitungsanlage unter Vakuum gehalten werden. Nur so kann der Kontakt von Vergussmaterial und Feuchtigkeit zuverlässig verhindert werden.
Ausfall Maschine 		Härter nimmt Feuchtigkeit aus der Luft auf und bildet Polyharnstoff (Material trübt sich). Diese feinen Partikel können zu Verstopfung der Filter führen.	
Vergussmaterial mit falschen Eigenschaften 	Durch lange oder zu warme Lagerung des Vergussmaterials können sich Füllstoffe auf den Gebindeboden ablagern. (Sedimentation)	Die Vergusskomponenten besitzen nicht mehr die vorgesehenen Eigenschaften und härten beispielsweise nicht richtig aus. Die Bauteile können nicht in Betrieb genommen werden.	Vor dem Verwenden muss das Vergussmaterial vollständig aufgerührt werden. Sei es im Gebinde oder in der Aufbereitungsanlage.  Schon gewusst: Füllstoffe können auch in der Aufbereitungsanlage bzw. in den Behältern und Leitungen sedimentieren. Eine Zirkulation des Materials auch während Produktionspausen wirkt dem zuverlässig entgegen.

Vermeidung von Luftblasen im Vergussmaterial

Luftblasen müssen unter allen Umständen vermieden werden. Gelangen sie in den Dosierer, können sie beispielsweise die Menge und das Mischungsverhältnis verfälschen. Dies wiederum führt zu unregelmäßigen Produktionsergebnissen und auch zu Ausschussware. Die ideale Lösung für ein garantiert blasenfreies Vergussmedium ist die Verarbeitung unter Vakuum. Eine hochwertige Aufbereitungsanlage entfernt jede Spur von gelöster Luft durch eine Dünnschichtentgasung. (siehe Abb. 4)



Durch Umwälzen des Vergussmaterials unterstützt ein abgestimmtes Rührwerk zusätzlich die Entgasung im Vakuumbehälter. Dabei wird gelöste Luft zur Grenzfläche zwischen Vergussmaterialoberfläche und Vakuum gefördert. An den obersten Schichten setzt der Entgasungseffekt ein (Abb.:5).

Eingeschlossene Luftblasen steigen aus einem dünnflüssigen Material leichter auf. Eine adäquate Erwärmung kann die Viskosität senken und somit den Entgasungsprozess beschleunigen. Des Weiteren müssen sämtliche Verschraubungen, Materialleitungen, Pumpen und Ventile hermetisch abgedichtet bzw. vakuumdicht ausgeführt sein. Nur so lässt sich die Wiedereinbringung von Luft während der Förderung verhindern.

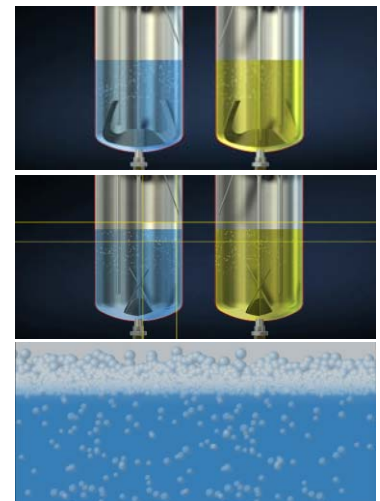


Abb.: 5

Vermeidung Sedimentation von Füllstoffen

Füllstoffe neigen dazu sich bei Lagerung oder Ruhezustand auf den Boden des Gebindes abzusetzen. Die Geschwindigkeit einer solchen Sedimentation hängt einerseits von der Viskosität des Vergussmaterials, andererseits von der Dichte der Füllstoffe ab. In einem dünnflüssigen Medium sinken die Füllstoffe, von der Schwerkraft angezogen, dementsprechend schneller zu Boden. Somit enthält das Vergussmaterial, je nach dem wo es aus dem Gebinde herausgefördert wird, zu viele oder zu wenig Füllstoffe. Die Trennung der Füllstoffe vom flüssigen Medium beeinflusst die Konsistenz der Komponente. Die dadurch veränderte Dichte entspricht nicht mehr den Vorgaben und manipuliert des Weiteren auch das Mischungsverhältnis. Die Bauteile werden demzufolge mit Vergussmaterial verarbeitet, dessen Grundeigenschaften nicht den Anforderungen entsprechen. Schlechte Qualität oder gar Ausschussware sind die Folge.

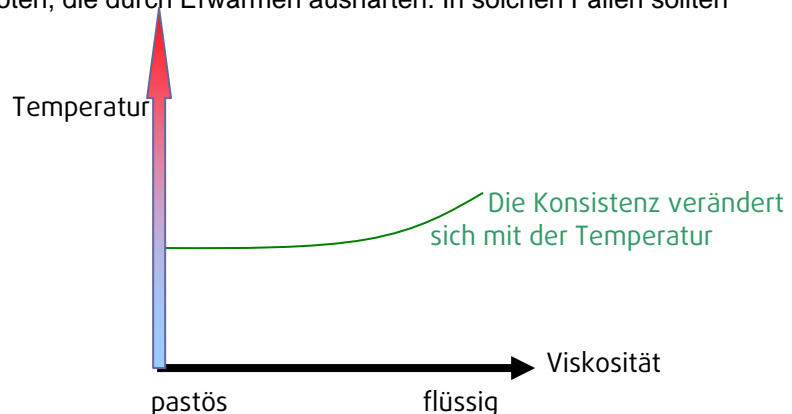
Für garantiert stetige Homogenität empfiehlt sich ein durchdachter Rührmechanismus in den Materialbehältern. Das konstante und sanfte Umwälzen beugt einer Entmischung vor und unterstützt weiter auch die Entgasung. Eine zeit- und mengengesteuerte Zirkulation des Materials in Behältern, Pumpen und Leitungen wirkt Ablagerungen, besonders in Produktionspausen, entgegen.

Temperierung von **Gießharzen**

Die Viskosität von Vergussmaterialien sinkt in vielen Fällen bei steigender Temperatur. Dies wird gezielt eingesetzt, da dünnflüssige Medien schneller verarbeitet werden können. Des Weiteren steigen Luftbläschen in flüssigen Medien schneller auf, was die Evakuierung vereinfacht.

Für eine gleichmäßige Temperierung sollten Vorratsbehälter, Materialleitungen, Pumpen sowie der Dosierer beheizt werden.

Vorsicht ist nur bei Vergussmaterialien geboten, die durch Erwärmen aushärten. In solchen Fällen sollten Versuchsreihen durchgeführt werden.



Materialförderung

Tab.: 1 Variantenmatrix Materialfördersysteme

	Prinzip	Vorteile	Nachteile
Druckluft	Das Vergussmaterial wird im Vorratsbehälter mit Druckluft beaufschlagt. Das Material wird anhand des Luftdrucks im Vorratsbehälter durch die Leitungen zum Dosierer gepresst. Eine Steuerung sorgt für einen konstanten Druck.	Konstanter Druck Kontinuierliche Beförderung zum Dosierer	Dieses Verfahren sollte nur verwendet werden, wenn Luftblasen im Vergussmaterial keine Qualitätsbeeinträchtigung bedeuten. Das Nachfüllen des Behälters ist nur mit einer Arbeitsunterbrechung möglich
Kolbenpumpe	Die Kolbenpumpe besteht aus einem Zylinder in dem passgenau ein Kolben gleitet. Sie arbeitet in zwei Takten: 1) Einsaugen des Materials durch Zurückfahren des Kolbens. (Der Kolben kann auch zurückgefahren werden, indem Material von außen in den Zylinder gedrückt wird) 2) Ausschieben des Material durch Vorfahren des Kolbens	Robust gegen abrasive Medien In der Herstellung und Wartung kostengünstig	Bei der Kolbenpumpe können leichte Druckpulse entstehen. Für Vorrichtungen, die einen konstanten Druck an ihrem Eingang erfordern, kann ein Druckminderer eingesetzt werden.
Schöpfkolbenpumpe	Anders als bei der Kolbenpumpe, sitzt das Auslassventil nicht im Gehäuse, sondern im Kolben selbst. Beim Senken tritt daher das Fördergut durch ein Austrittsventil durch den Kolben auf dessen Oberseite. Beim folgenden Hub wird das oberhalb des Kolbens befindliche Material ausgeschoben, während gleichzeitig an der Unterseite neues Material einströmt.	Eignet sich vor allem zum Fördern von hochviskosem Material	Bei der Kolbenpumpe können leichte Druckpulse entstehen. Für Vorrichtungen, die einen konstanten Druck an ihrem Eingang erfordern, kann ein Druckminderer eingesetzt werden. Kolben bewegen sich im Material, was bei harten Füllstoffen zu Abrasion führen kann
Fassfolgeplatten (Ergänzendes Modul für die Förderung von hochviskosem Material)	Die Fassfolgeplatte liegt direkt auf dem Material auf und wird allmählich gesenkt, so dass das Material durch ein Loch in der Mitte der Folgeplatte in den Ansaugstutzen der Pumpe gedrückt wird.	Einziges System für die Förderung von hochviskose Pasten	Bei herkömmlichen Platten, kann Luft oder verkrustetes Material vom Gebinderand mitgefördert werden. Weiter entsteht beim Gebinderwechsel ein hoher Materialverlust Vorteile einer Vakuum Fassfolgeplatte (<i>patentiert von Scheugenpflug AG</i>): - Luftblasenfreie und saubere Förderung - kaum Materialverlust
Zahnradpumpe	Zahnräder fördern im Raum zwischen dem Zahnrad und dem Gehäuse durch Vorwärtsbewegung des Raumes, der mit dem Material gefüllt ist	Kontinuierliche Förderung Konstanter Druck Pulsfrei	Material fließt auch bei Pumpenstillstand in geringem Maße nach. Je mehr eine Zahnradpumpe abgenutzt ist, umso stärker wird dieser Effekt Nicht für abrasives Material geeignet Aufwändige und teure Wartung

Abb.: 6 Schöpfkolbenpumpe

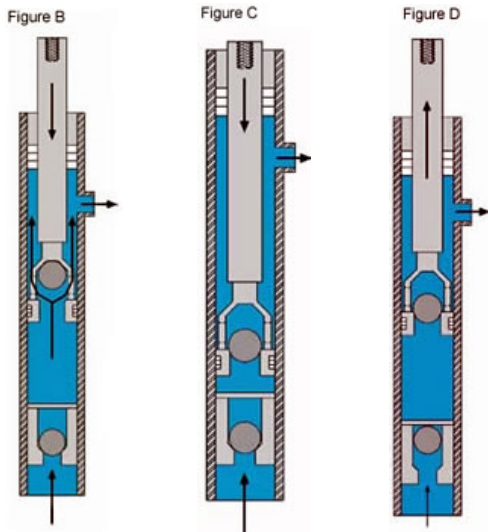


Abb.: 7 Kolbenpumpe

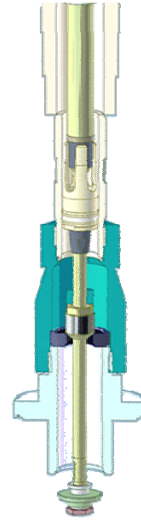


Abb.: 8 Zahnradpumpe

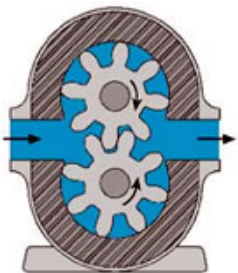
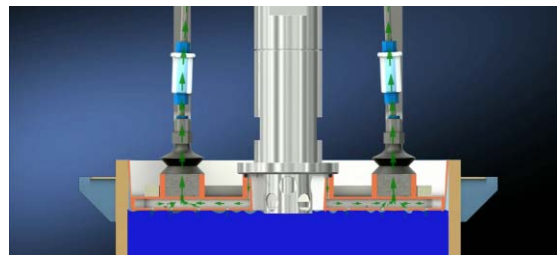


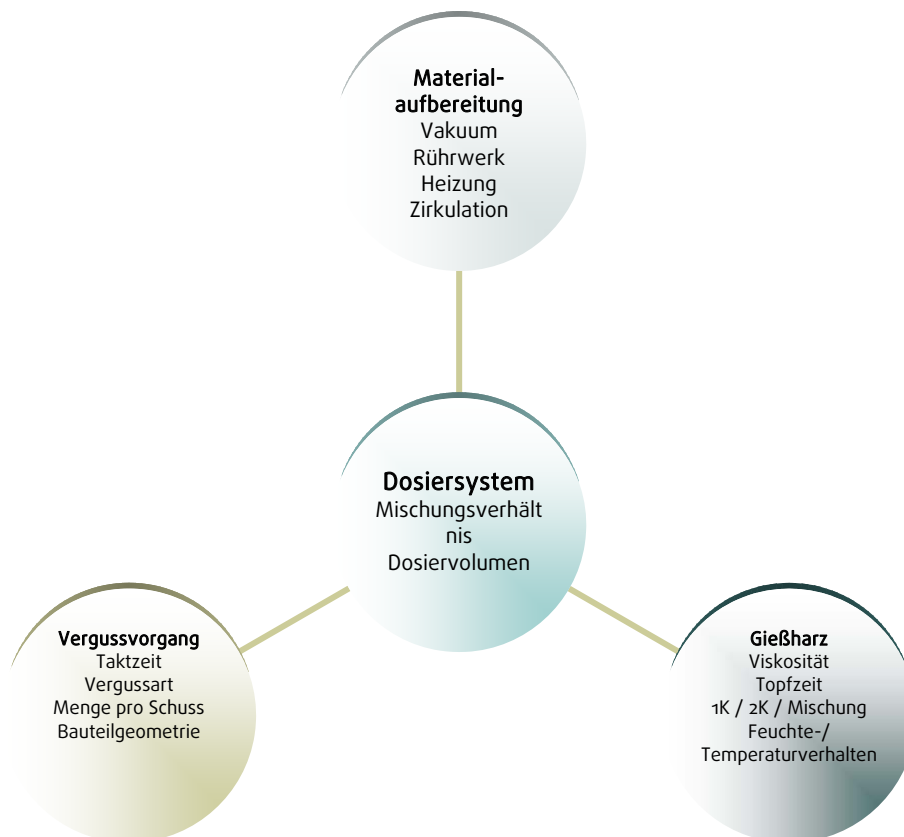
Abb.: 9 Vakuum Fassfolgeplatte



Dosiersysteme für Gießharze

Das Essentielle beim Dosiervorgang ist die exakte und wiederholgenaue Mengenabmessung der Vergusskomponenten. Um dies erreichen zu können, muss das Dosiersystem mit drei wichtigen Prozessparametern abgestimmt sein: die Materialaufbereitung u. -förderung, das Vergussmaterial sowie den Vergussvorgang. Nur auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass das Vergussmaterial mit optimalsten Eigenschaften von der Aufbereitungsanlage bis zum Bauteil gelangt.

Zu beachtende Prozessparameter:



Ein benutzerfreundliches Dosiersystem vermischt Harz und Härter erst nach dem Abmessen, also außerhalb des Dosierers. Dies kann beispielsweise in einem statischen Mischrohr geschehen (siehe Punkt 7.1). Die beiden Komponenten können somit nicht im Dosierer reagieren und verursachen folglich weniger Reinigungs- und Wartungskosten.

Dosieren durch Zeitmessung

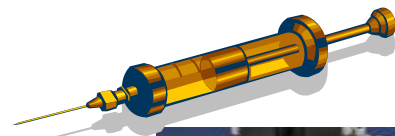
Die Menge wird bei konstantem Förderdruck durch zeitlich festgelegtes Öffnen und Schließen eines Auslassventils gesteuert. Die dosierte Menge ist abhängig vom Druck, vom Querschnitt der Dosiereröffnung und von der Zeit. Dieses System eignet sich jedoch nur für ein Komponenten Materialien.

Dosieren durch Massenbestimmung

Die Füllmenge wird mit einer elektronischen Waage verfolgt und gesteuert. Das Gewicht von dem zu vergießenden Bauteil, wird während des Vergussvorgangs kontinuierlich bestimmt. Bei Erreichen des Sollgewichtes wird das Auslassventil geschlossen.

Dosieren durch Volumenbestimmung

Das volumetrische Dosierprinzip bestimmt die Menge mechanisch. Z. B. in einem Zylinder, wie es bei einer Injektionsspritze der Fall ist. Die Zylinder können auf zwei Arten mit dem Vergussmaterial befüllt werden. Entweder durch Zurückziehen der Kolben oder durch Zuführen des Vergussmaterials von Seiten der Materialförderanlage. Das Zylindervolumen bestimmt die Vergussmaterialmenge. Mit diesem System wird auch gleichzeitig das Verhältnis zweier Komponenten (Harz / Härter) festgelegt. Der besondere Vorteil dieses Systems ist, dass es komplett unabhängig von Temperatur, Materialförderdruck oder Viskosität des Gießharzes arbeitet. Die präzise und reproduzierbare Vergussmenge sowie das Mischungsverhältnis werden durch das exakt gleichzeitige Ausdrücken der Zylinder erreicht.

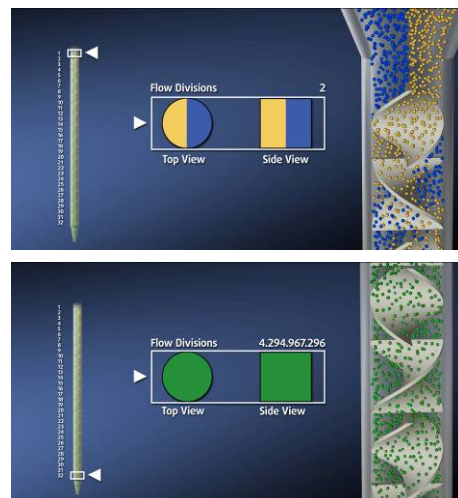


Im beschriebenen System werden Harz und Härter erst im statischen Mischrohr zusammengeführt. Folglich gibt es keine Reaktion der beiden Komponenten innerhalb des Dosierers, also kaum Reinigungs- und Rüstkosten.

Das Mischen zweier Komponenten

Das statische Mischrohr

Nach der getrennten Dosierung zweier Komponenten folgt die Zusammenführung und homogene Vermischung von Harz und Härter. Eine sehr kostengünstige und effektive Möglichkeit bietet das statische Mischrohr aus Kunststoff. In einem solchen Rohr befinden sich hintereinander zahlreiche schraubenförmige Umlenkflächen, die um 90 ° gegeneinander verdreht sind. Dadurch wird das durchfließende zweikomponenten Vergussmaterial, je nach Anzahl der Umlenkflächen, milliardenfach zerteilt und anschließend phasenversetzt wieder zusammengeführt. Die Schichten werden schlussendlich so fein, dass eine gleichmäßige Vernetzung und Aushärtung garantiert ist. Der Mischungseffekt bleibt bei gleichen Prozessbedingungen und gleicher Länge des Mischrohres immer konstant. Zu dem sind sie einfach anzubringen, beheizbar und brauchen keinerlei Wartung, da sie einfach entsorgt werden.



Vergießen und Härten

Vergussarten

Füllen

Das Füllen steht für den Verguss von niedrigviskosem Material in ein vorgesehenes Teil, wie ein Gehäuse. Je nach Geometrie des Bauteils sowie der Eigenschaften des Vergussmaterials muss der Füllvorgang in unterschiedlicher Weise vorgenommen werden. Bei der einfachsten Variante des Füllens wird das Harz in einem Zuge vergossen. Davon abweichend kann das Material auch an mehreren Punkten oder mit Unterbrechungen vergossen werden. Eine weitere Variante ist das „dam & fill“, wo erst eine Dichtraupe als Kontur aufgetragen (der Damm), und der innere Bereich anschließend mit einer weiteren Vergusskomponente aufgefüllt wird.



Versiegeln

Versiegeln beschreibt das Bedecken einer Oberfläche mit einer dünnen Schicht Gießharz. Dies wird zum Schutz vor äußeren Einflüssen aber auch zur Stabilität filigraner Bauteilkomponenten angewendet. Um eine gleichmäßige Verteilung sicherzustellen, werden hierbei niedrigviskose Vergussmedien verwendet.



Kleben

Der Klebevorgang ist ein Fertigungsprozess aus der Hauptgruppe Fügen. Durch das Verkleben werden zwei oder mehrere Teile mit Kleber stoffschlüssig⁴ verbunden. Kleben besteht grundsätzlich aus zwei Arbeitsschritten. Zuerst dem Auftragen des Klebers und dann dem Zusammenfügen der Teile (z.B. Deckel und Boden). Die Klebepunkte oder -linien müssen an einer definierten Stelle platziert werden. Deshalb werden hierfür eher hochviskose Vergussmaterialien verwenden, die nicht verfließen können.



Auftragen

Der Begriff Auftragen oder Applizieren beschreibt das Aufbringen eines hochviskosen Vergussmediums auf ein Bauteil, in Form von Punkten oder Linien (Raupen).



Wärme Ableiten

Spezielle wärmeleitende Pasten und Kleber werden dort eingesetzt, wo ein elektronisches Bauteil sehr viel Wärme produziert. Die Vergussmasse ist so ausgelegt, dass sie die vom Bauteil produzierte Wärme zu einem Kühlkörper ableitet. Der Kühlkörper kann beispielsweise ein Gehäuse mit großer Oberfläche sein. Diese Vergussmaterialien werden mit speziellen, wärmeleitenden Füllstoffen angereichert.



Verguss im Vakuum

Im Vergussmaterial, wie auch in kleinen Hohlräumen, beispielsweise bei Drahtwicklungen, können kleine Luftbläschen eingeschlossen sein. Diese gefährden unter anderem die Hochspannungsfestigkeit oder verursachen Korrosion sofern sie Feuchtigkeit mit einbringen. Um eine ausnahmslose Blasenfreiheit zu gewährleisten, muss der gesamte Aufbereitungs-, Förder- und Dosierprozess unter Vakuum durchgeführt werden. Beim Verguss von elektronischen Bauteilen ist ein reales Vakuum (komplette Luftleere) nicht notwendig. Wird in der Produktion von einem Vakuum gesprochen, ist eine Druckminderung bis auf maximal ein Millibar gemeint. Je weiter der Luftdruck abgesenkt wird, umso länger dauert das Evakuieren und umso mehr Energiekosten und Zeitaufwand sind damit verbunden. Aus diesem Grund sollte das Vakuum gezielt auf die jeweilige Aufgabenstellung abgestimmt werden. Nicht zu vernachlässigen ist auch, dass nicht jedes Bauteil eine starke Druckreduzierung verträgt.

⁴ Stoffschlüssige Verbindungen: Verbindungen, bei denen die Verbindungspartner durch atomare oder molekulare Kräfte zusammengehalten werden. Es sind meist nicht lösbare Verbindungen, die sich nur durch Zerstörung der Verbindungsmittel trennen lassen. (Quelle: Wikipedia)

Während ein Wickelgut weitgehend unempfindlich ist, kann die eingekapselte Luft in einem Kondensator, bei äußerem Unterdruck, den Kondensator zum Platzen bringen. Üblicherweise liegt der Wert zwischen 2 und 50 Millibar. Das bedeutet wiederum, dass sich im Bauteil immer noch Luftspuren befinden, die von der Vergussmasse eingeschlossen werden könnten. Diese restliche Luft muss durch den Vergussablauf eliminiert bzw. durch die aufsteigende Vergussmasse vollständig verdrängt werden. Ein gut durchdachtes und konzipiertes Bauteildesign unterstützt wesentlich die Produktionstaktzeit und –Wirtschaftlichkeit.

Der Vakuumprozess ist aber auch das ideale Verfahren, wenn es sich um feuchtigkeitsempfindliche Gießharze handelt. Die Verarbeitung unter Vakuum schließt eine unerwünschte Nebenreaktion des Vergussmediums oder die Aufnahme von Luft effektiv aus. (Siehe auch Punkt 2.3)

Vernetzung von Gießharzen

Die Vernetzung beschreibt die Reaktion des Vergussmaterials und wird auch als Aushärtung oder Trocknung bezeichnet. Die Vernetzung von Polymeren kann entweder über bereits im Polymer vorhandene Funktionalitäten erfolgen oder durch Zusatz von Vernetzungsmittel (Härter). Durch den Prozess der Vernetzung verändern sich die Konsistenz. Die gängigsten Verfahren sind, die Aushärtung durch Wärme, UV-Licht, Feuchtigkeit, Sauerstoff (aerobes aushärten) oder einfach durch die chemische Verbindung mit einem Zusatzstoff (Härter).



Der Produktionsprozess als Qualitätskette

Die Dosier- und Vergussaufgaben sollten immer als Fertigungsverbund mit den vor- und nachgelagerten Prozessen betrachtet werden. Nur so kann eine perfekt abgestimmte Qualitätskette garantiert werden. Der Prozess Kleben und Vergießen ist heutzutage in der Fertigung von elektrischen und elektronischen Bauteilen, Baugruppen und Steuerungen sowie Halbleitern fester Bestandteil. Die beim Prozess eingesetzten Gießharze und Klebstoffe nehmen wichtige Funktionen wahr und sind wertrangig gleichzusetzen mit allen anderen Fertigungsprozessen wie Löten, Schweißen, Schrauben oder Montieren. Nicht nur unter dem Aspekt von Qualität, Funktionalität, Sicherheit und Schutz steht Kleben und Vergießen im Mittelpunkt der Fertigungsprozesse. Auch die gesamte Prozesskette muss aus dem physikalischen, chemischen und zeitlichen Aspekt des Klebens und Vergießens betrachtet werden. Der Einsatz von hochwertigen, aufeinander abgestimmten Prozessmodulen sichert einen deutlichen technologischen Vorsprung für alle Produkt.