

# Erfahrungen und Trends bei der Dichtungsapplikation in der Serienfertigung



Die Vorteile von flüssig aufgetragenen Dichtungsmassen als Alternative zu fertig konfektionierten Formteildichtungen scheinen auf der Hand zu liegen. Gepriesen wird insbesondere die Wirtschaftlichkeit des vollautomatischen Applizierens. Es gibt aber auch Risiken. Wo liegen diese, und welche Kriterien gilt es vor Einführung dieser Technik zu beachten? Die folgenden Ausführungen beschreiben die Erfahrungen aus der Sicht eines Lohnverarbeiters.

MARTIN HIRSCH

Zunächst einmal ist ein grundlegendes Umdenken in der Produktion erforderlich, wenn man die konventionelle Methode des manuellen Einlegens von Feststoffdichtungen durch das automatische Applizieren von Dichtungsmaterialien ersetzen möchte. Schließlich hat es der Verarbeiter ab diesem Zeitpunkt mit ein- oder mehrkomponentigen Chemikalien zu tun, die eine entsprechende Behandlung verlangen. Und flüssig aufgetragene Dichtungen lassen sich auch nicht nach „laufendem Meter“ berechnen. Es werden vielmehr hochwertige, CNC-gestützte Misch- und Dosieranlagen (Bild 1) mit entsprechendem Maschinenstunden-

satz eingesetzt, die die erforderliche Prozesssicherheit gewährleisten.

Die wesentlichen Vorzüge sind sehr vielseitig:

- hohe Freiheitsgrade bei der Bauteilgestaltung (Bild 2)
- spannungsfreie, passgenau verlaufende Dichtung durch flüssigen Eintrag
- Werkzeuge für Formdichtungen mit Änderungsaufwand bei Geometrieänderungen erübrigen sich
- Einsparung der Montagearbeit
- Nahezu unverlierbare Dichtlösung bei Transport und Montage
- Optimierung der Prozesssicherheit
- Hohe Wirtschaftlichkeit vor allem bei komplexeren Geometrien.

## Was aber gilt es zu beachten?

Jeder Einzelfall muss kritisch geprüft werden. So ist natürlich nicht jeder Dichtungswerkstoff gleichermaßen geeignet. Eingesetzt werden überwiegend Dichtungsmassen auf Polyurethan- oder Silikonbasis (Schäume oder Kompaktdichtungen) als Klebstoff oder Vergussmassen. Die Grenzen von Polyurethan-Materialien liegen bei Temperaturen über 100 °C. Außerdem sind nicht alle Materialien UV-stabil und medienresistent. Zu beachten ist ferner, dass Schäume nicht grundsätzlich ölbeständig sind und nur bestimmte Materialien Kraftstoffbeständigkeit aufweisen, lebensmittelrecht oder UL-zugelassen sind. Je nach Einsatzfall bereitet auch der Einsatz von kondensationsvernetzenden Silikonwerkstoffen Probleme. Sie dünsten noch lange Zeit Spaltprodukte aus und werden daher in der Automobilindustrie abgelehnt. Ferner können Vergussmassen auf Epoxydharzbasis bei der Verarbeitung zu Hautreizungen und Gesundheitsschäden führen, und ein-komponentige Werkstoffe brauchen vor der Belastung Zeit zum Ausreagieren – sofern sie nicht lichterhärtend ausgeführt sind oder nur bei hoher Temperatur reagieren. Beim Verkleben oder Vergießen von Bauteilen handelt es sich um einen nahezu irreversiblen Vorgang, d. h. die Verbindung kann nur zerstörend getrennt werden. Sind also zu Zwecken der Reparatur, Wartung etc. oder beispielsweise Wechsel von Batte-

rien, Akkus etc. spätere Demontagen erforderlich, muss die Dichtung vor dem Verbau am Teil ausreagieren.

Auch die Werkstoffe der abzudichtenden Bauteile eignen sich unterschiedlich gut für die automatische Dichtstoffapplikation. Oft bestehen sie aus Kompaktspritzguss oder Aluminiumdruckguss. Bauteile aus thermoplastischem Kunststoff weisen häufig schlechte Hafteigenschaften (PE, PP) auf, sind bei hoher Temperaturoshärtung nur begrenzt formstabil oder kondensieren Feuchtigkeit im Temperprozess aus (PA 6.6). Die Haftung kann jedoch durch Vorbehandlungsmaßnahmen deutlich verbessert werden.

Probleme bereiten auch Metallteile, die oft Öl- oder Fettsuren, Trennmittel oder sonstige Verunreinigungen aufweisen. Um eine sichere Haftung der Dichtung zu gewährleisten, müssen diese gegebenenfalls entfernt werden. Die Werkstoffpaarung der gegeneinander abzudichtenden Bauteile ist ebenfalls zu berücksichtigen. Hier kommen häufig unterschiedliche Toleranzen zusammen, die sich, miteinander addiert, in kritische Bereiche hineinbewegen können.

Besonders wichtig ist die Bauteilgeometrie: Nicht jede ist uneingeschränkt geeignet. So dürfen die Konturverläufe bestimmte Steigungswinkel nicht überschreiten, und unterbrochene Untergründe oder Seitenbegrenzungen verhindern häufig eine prozesssichere Abdichtung. Aufgetragen werden kann grundsätzlich auf freie Flächen, entlang einer Schulter oder in eine Nut (Bilder 2 – 4). Allerdings muss die Zugänglichkeit der Dichtungsstrecke gewährleistet sein. Deutlich herausragende Elemente des Bauteils wie Dome etc. lassen häufig keine abstandssichere Führung des Austragsystems zu. Bei Nutlösungen sind in Ab-



**Bild 1: Misch- und Dosieranlage mit drei Achsen und Schiebtischlösung**

hängigkeit von Werkstoff und Dichtungsanforderungen bestimmte Geometrien erforderlich. Zu dünnwandige Bauteile, zu enge oder zu tiefe Nuten erlauben mitunter keine Applikation der Dichtmasse. Luft einschließen, zu langsame Verfahrensgeschwindigkeiten oder unerwünschte Reaktionsprozesse der Dichtstoffe stehen einer wirtschaftlichen Fertigung im Wege.

### Tipps zur Sicherung der Wirtschaftlichkeit

Nach Klärung der grundsätzlichen Machbarkeit muss noch entschieden werden, ob das automatische Dichtmittelauftragen in Eigen- oder Fremdfertigung erfolgt. Bei der Entscheidungsfindung helfen wichtige Parameter, und auch Kombinationen können sinnvoll sein. Wichtig zu wissen ist zunächst, dass das Betreiben einer eigenen Dosieranlage eine kontinuierliche Ferti-

gung wenigstens im Zweischichtbetrieb voraussetzt. Erfahrungsgemäß sollten die Stückzahlen in Abhängigkeit von der Bauteilgröße im deutlichen sechsstelligen Bereich liegen, also nicht unter 200 – 300.000 Teilen pro Jahr. Je niedriger die Stückzahlen, desto mehr Stillstandszeiten weist die Anlage auf, was nicht nur ungenutzte teure Maschinenzeiten, sondern sehr oft eine schlechtere Verfügbarkeit bei der Wiedereinbetriebnahme zur Folge hat.

Immer wieder werden leider auch die vom Kunden in Aussicht gestellten Stückzahlen nicht erreicht, Bauteile werden früher geändert als geplant oder entfallen ganz.

Grundsätzlich empfiehlt es sich, die Eignung des Verfahrens für das jeweilige Serienteil durch frühzeitige Abmusterungen bei einem Lohnverarbeiter zu beurteilen (Bild 5). Die dabei ermittelten Taktzeiten,



**Bild 2: Die automatische Applikation von flüssigen Dichtungsmaterialien erlaubt hohe Freiheitsgrade bei der Bauteilgestaltung.**



**Bild 3: Gehäuse mit Polyurethan-Schaumdichtung**



**Bild 4: Dreidimensionaler Dichtungsverlauf**



**Bild 5: Alternativ zur vollautomatischen Dichtungsapplikation im eigenen Haus empfiehlt sich die Vergabe an den erfahrenen und zertifizierten Lohnverarbeiter**

Reinigungszyklen und Materialverbräuche lassen sich erst dann mit der erforderlichen Präzision in eine Serienkalkulation übertragen. Der tatsächliche Serienanlauf liegt oft erst viele Monate, manchmal sogar Jahre nach ersten Abmusterungen. Bis dahin werden immer wieder kleinere Lose im Hunderter- oder Tausenderbereich benötigt. Eine hierfür angeschaffte Misch- und Dosieranlage steht über lange Zeit ungenutzt und bindet wertvolle Liquidität. Bis der Serienanlauf dann startet, sind Garantie- und Gewährleistungszeiten deutlich vorangeschritten.

Zu beachten ist aber auch die begrenzte Haltbarkeit der Dichtstoffe im Rohzustand. Während sie nach der Verarbeitung über Jahrzehnte hervorragende Langzeiteigenschaften aufweisen, sind sie im Anlieferungszustand nur wenige Monate haltbar. Teures Material wird somit nicht genutzt und muss gegebenenfalls unter weiteren Kosten und Auflagen entsorgt werden.

In der Anlaufkurve lassen sich wichtige Erfahrungen im Umgang mit der Anlage gewinnen. Insbesondere für Neueinsteiger in die Technik kann eine Fertigung „von Null auf Hundert“ mit erheblichen Risiken bei auftretenden Störungen verbunden sein. Ein sukzessives Hochfahren bei gegenläufig reduzierten Stückzahlen des Dienstleisters reduziert dieses Risiko erheblich.

Auch in der Auslaufkurve kann die Dienstleistung von Vorteil sein, wenn die Kapazitäten für die Nachfolgeteile genutzt werden, während die immer geringer werdenden

Stückzahlen des Vorgängers noch in der benötigten Restmenge weiterlaufen.

Bei Eigenbetrieb muss Berücksichtigung finden, dass ein unbedenklicher Wechsel auf andere Materialien wie beispielsweise von PU auf Silikon und umgekehrt nicht ohne weiteres möglich ist, da sich eine vollständige Reinigung oft als sehr schwierig gestaltet. So können z. B. später freigesetzte Altpartikel die neue Chemie erheblich beeinflussen. Dieser Effekt tritt mitunter auch bereits beim Wechsel zwischen unterschiedlichen Materialherstellern auf, da Unverträglichkeiten zwischen den speziell formulierten Rezepturen auftreten können. Bei Kapazitätsspitzen oder zusätzlich gewonnenen Neuaufträgen kann die Leistungsfähigkeit einer Anlage schnell an ihre Grenzen stoßen. Wenn dann aber eine Auslastung für eine neu anzuschaffende weitere Anlagen noch nicht gegeben ist, erweist sich auch hier eine (vorübergehende) Fremdfertigung meist als wirtschaftliche Alternative.

Voraussetzung für die Integration der Dosiertechnik in die Fertigung sind entsprechende Platzverhältnisse. Reicht er nicht aus und kommt hinzu, dass man die Verarbeitung von chemischen Produkten nicht im eigenen Haus verarbeiten möchte oder darf, so ist ein Invest durch den Dienstleister möglich, der den Anlagenkauf über die Produktlebenszeit übernimmt (Lifetime-Fertigung).

In diesem Zusammenhang spielen auch die Transport- und Verpackungskosten eine

nicht zu unterschätzende Rolle, da unnötiger „Teiletourismus“ vermieden werden sollte. Davon kann hier allerdings kaum die Rede sein, wenn man bedenkt, dass viele Bauteile auf dem Weg vom Hersteller zur Montage beim Kunden unterwegs ausgeschleust werden können, um sie mit einer Dichtung zu versehen.

### Zusammenfassung und Ausblick

Das direkte Auftragen von flüssigen Dichtungsmaterialien auf die entsprechenden Bauteile bietet sehr umfassende Vorteile, so dass heute immer mehr konventionelle Dichtungen durch flüssig aufgetragene Lösungen ersetzt werden. Eine kritische Prüfung aller wichtigen Details bewahrt aber oft rechtzeitig vor Problemen.

Der Einsatz einer flüssig aufgetragenen Dichtung sollte deshalb nach Möglichkeit bereits in der frühen Konstruktionsphase berücksichtigt werden. Wichtig ist ferner, die Auswahl der einsetzbaren Dichtstoffe in enger Abstimmung mit den Materiallieferanten zu treffen. Nur sie können die eindeutige Eignung und Dauerstabilität ihrer Materialien zusagen. Empfehlenswert ist außerdem die Nutzung der Erfahrungen von Lohnverarbeitern, die wertvolle Hinweise zur Geometrieauslegung geben können. Immer mehr Anwender erkennen die Notwendigkeit, ihre Partner bereits frühzeitig in der Konstruktionsphase einzubeziehen. Abmusterungen von Prototypen liefern wertvolle Hinweise auf gegebenenfalls noch erforderliche Konstruktionsoptimierungen.

Der Dienstleister Polyprocess verarbeitet z. B. an drei Standorten auf 13 Dosieranlagen nahezu jede Dichtungs-Werkstoffgruppe, bezieht seine Materialien herstellerunabhängig von nahezu allen großen Anbietern und erfüllt darüber hinaus die Anforderungen nach nach DIN ISO 9001:2000 sowie nach VDA 6.1. ■

### Autor

Martin Hirsch (Tel. 093 23/87 59-0, m.hirsch@polyprocess.de, www.polyprocess.de) leitet den Vertrieb der Polyprocess Kunstharzverarbeitung GmbH in Rödelsee bei Würzburg.