

# Dosiersystem mit Kolbenpumpe für schaum-schichtbildende Zweikomponentenanstriche auf Epoxydbasis für den passiven Brandschutz

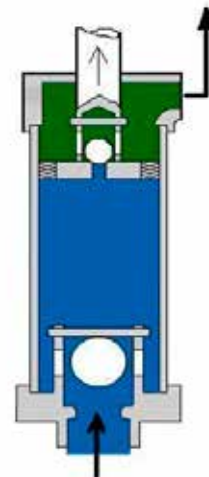


## WHITE PAPER

In der Schutzbeschichtungsindustrie herrscht heutzutage eine zunehmende Nachfrage nach Dosier- und Spritzsystemen für Beschichtungen mit 100 % Feststoffgehalt, die eine hohe Viskosität aufweisen und aus Materialien bestehen, die bei der Verarbeitung komprimierbar sind. Bei schaum-schichtbildendem Epoxyd für den Brandschutz handelt es sich um ein solches Material, bei dem die Komprimierung im Behälter beginnt und durch Erhitzen und Umrühren unter Luftdruck verstärkt wird. Dies kann bei einem volumetrischen Dosiergerät zu Problemen führen. Bei der Verwendung von Mehrkomponentengeräten können die Geräteparameter, wenn das Material komprimierbar ist, Auswirkungen auf das durch Spritzen aufgetragene Mischverhältnis haben. Einflussfaktoren sind unter anderem der Rührvorgang, der Förderdruck, der Spritzdruck, die Temperatur, die Materialzusammensetzung und die Komprimierbarkeit. Diese Faktoren werden häufig nicht bedacht und für die meisten Beschichtungen mit hohem Feststoffanteil hat die Komprimierbarkeit geringfügige bis keine Auswirkungen. Ist ein Material jedoch so zähflüssig, dass es zu Luft einschließt, können das Gerätedesign und die Installationsfaktoren den Beschichtungsvorgang und die Edeigenschaften beeinflussen. In diesem Dokument werden verschiedene Dosiertechnologien und deren Materialverarbeitungsfähigkeiten erläutert.

## Volumetrische Dosiersysteme mit Kolbenpumpe

Seit Jahrzehnten ist die Standardmethode für das Dosieren und Pumpen von Beschichtungsmaterialien die Verwendung aktiver Verdränger-pumpen. Sie sind ideal, da sie bei jedem Pumpenhub eine konstante Menge an Materialien verdrängen und eine Vielzahl von Materialien verarbeiten können, darunter epoxyd- und urethanhaltige Beschichtungen. Auch wenn diese Pumpen einfach zu bedienen sind, müssen für akkurate Dosieranwendungen einige Aspekte berücksichtigt werden. Zunächst einmal muss jede Dosierverdrängerpumpe vollständig mit Flüssigkeit gefüllt sein (Abbildung 1). Ist die Pumpe nicht vollständig mit Flüssigkeit gefüllt, wird sie nicht das korrekte Volumen verdrängen.

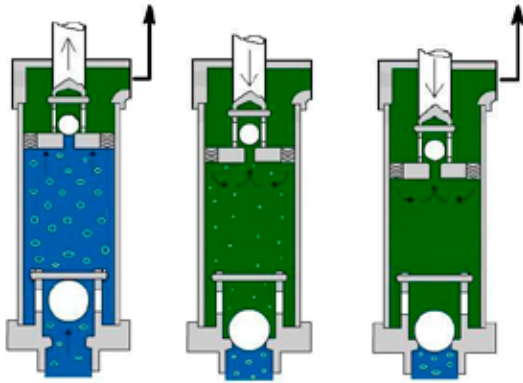


**Abbildung 1.**  
*Füllhub. Das untere Kugelventil ist offen, das Kolbenventil ist geschlossen. Bei einer aktiven Verdrängerpumpe muss die Pumpe für Dosieranwendungen beim Aufwärtshub vollständig mit Flüssigkeit gefüllt sein. Grün bedeutet hoher Druck, Blau bedeutet niedriger Druck.*

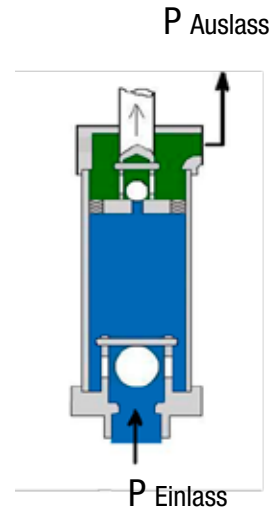
VERFASSER:

Eric Rennerfeldt und  
Marty McCormick  
Graco Inc.

Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.graco.com](http://www.graco.com)



**Abbildung 2.**  
*Volumetrische Dosierung  
 Die Flüssigkeit muss nicht komprimierbar oder vollständig komprimiert sein. Die mittlere Abbildung zeigt einen Teil des Hubs, der dafür sorgt, dass die Flüssigkeit bis zum Austrittsdruck komprimiert wird.*



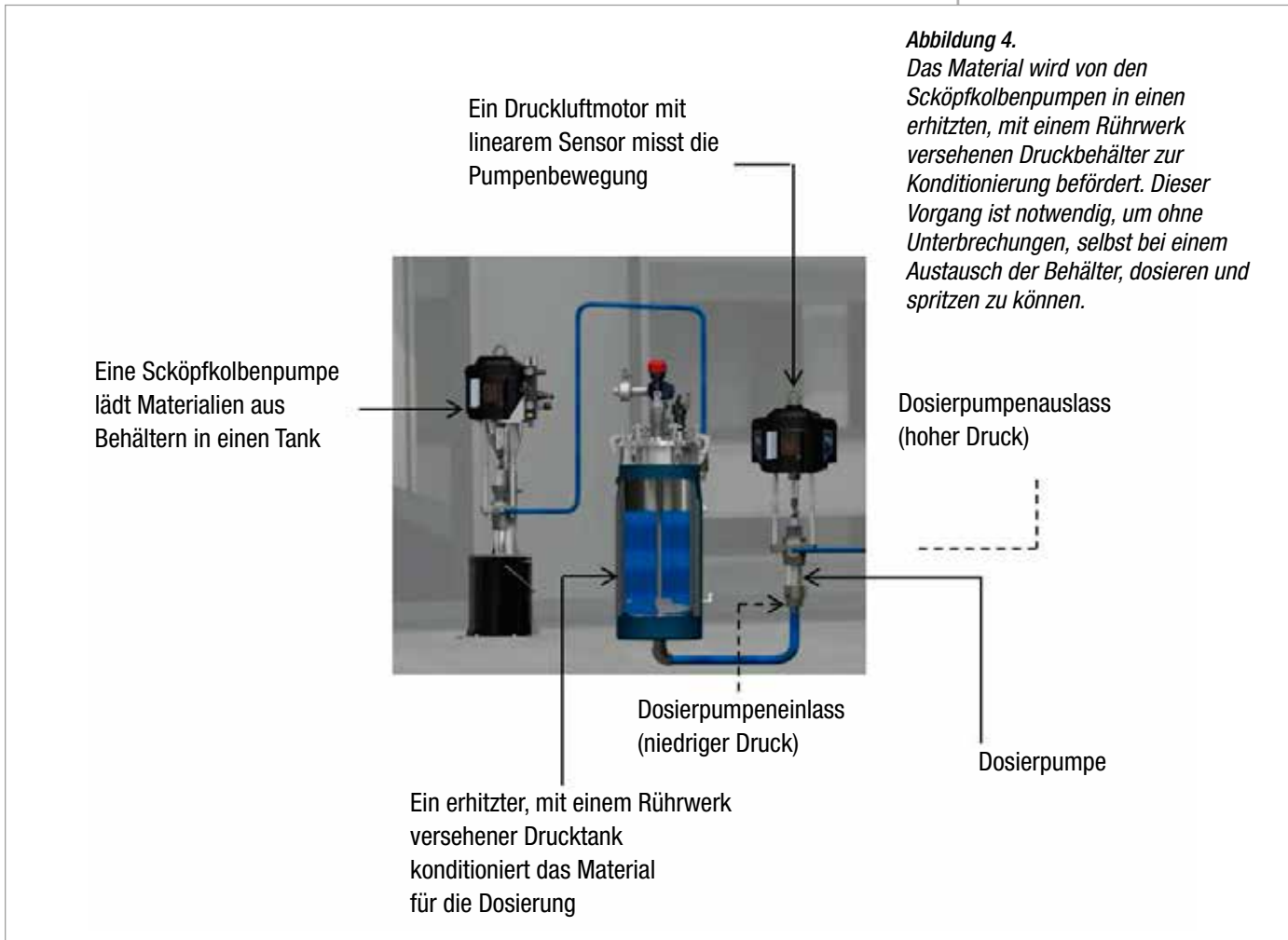
**Abbildung 3.**  
*Der Einlassflüssigkeitsdruck sollte 25 % des Auslassdrucks nicht überschreiten, um einen schwergängigen Kugelventilbetrieb bei Dosieranwendungen zu vermeiden.*

Zweitens muss die Flüssigkeit ein bekanntes Volumen aufweisen. Dies bedeutet, dass sie nicht komprimierbar oder vollständig komprimiert ist (Abbildung 2). Wird ein Teil des Hubs zur Komprimierung des Materials genutzt, können Fehler beim Mischverhältnis auftreten.

Drittens sollte der Förderdruck nicht mehr als 25 % des Spritzdrucks betragen. Bei Zweiventilpumpen ist ein erheblicher Druckunterschied notwendig, damit die Kugelventile vollständig geschlossen werden können. Wenn sich der Förderdruck dem Auslassdruck annähert, werden die Kugelventile schwergängig und können eventuell nicht richtig schließen, was zu einer unvollständigen Verdrängung bei einem Hub führt (Abbildung 3).

### **Weshalb sind komprimierbare Materialien schwer zu dosieren?**

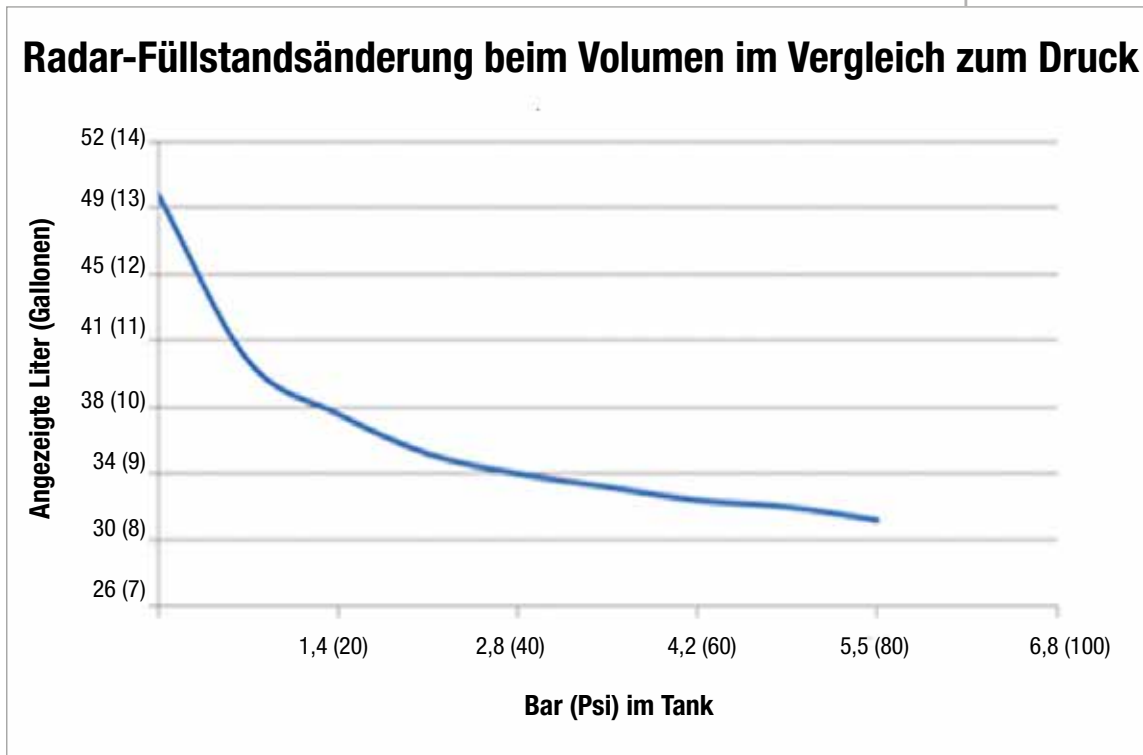
Bei den meisten Beschichtungsverfahren sind die Beschichtungsmaterialien von so geringer Viskosität und verfügen über eine solche chemische Zusammensetzung, dass das Material nicht genug Lufteinschlüsse zulässt, wenn es zur Komprimierung erhitzt und gerührt wird. Es passiert selten, dass dies Anlass zur Besorgnis gibt. Einige Materialien, wie etwa schaumschichtbildende Epoxydbeschichtungen, sind lösungsmittelfrei und können kleine Fasern und andere Komponenten enthalten, die sie so zähflüssig werden lassen, dass es zu Lufteinschlüssen kommt. Es wurde nachgewiesen, dass einige dieser Materialien direkt aus Behältern mit einem Volumen von 20 Litern komprimiert werden können. Bei der Verarbeitung von schaumschichtbildenden Epoxyd-Materialien werden allein für die Beladung des Materials von den Behältern in beheizte Drucktanks Schöpfkolbenpumpen benötigt. Bei Umgebungstemperaturen sind die Materialien zu zähflüssig, um sie aus den Behältern zu gießen. Um das Material für die Förderung in der Dosierpumpe in den richtigen Zustand zu versetzen, muss das Material unter Druck sowohl erhitzt als auch gerührt werden (siehe Abbildung 4).



**Abbildung 4.**

Das Material wird von den Scköpfkolbenpumpen in einen erhitzten, mit einem Rührwerk versehenen Druckbehälter zur Konditionierung befördert. Dieser Vorgang ist notwendig, um ohne Unterbrechungen, selbst bei einem Austausch der Behälter, dosieren und spritzen zu können.

Die Komprimierbarkeit dieser Materialien, wenn sie unter Druck erhitzt und gerührt werden, kann leicht durch eine Messung des Füllstands im Tank bei einer Veränderung des Luftdrucks gezeigt werden. Die Testergebnisse weisen darauf hin, dass sich das Materialvolumen im Tank um bis zu 20 Liter (5 Gallonen) verändern kann, wenn es von 0 bis 5,5 bar (0 bis 80 psi) komprimiert wird (siehe Abbildung 5). Dies kann bei Dosieranwendungen ein mögliches Problem darstellen, da sich das Volumen, das bei jedem Hub einer Dosierpumpe verdrängt wird, verändern kann, wenn der Tankdruck manuell reguliert oder verändert wird.

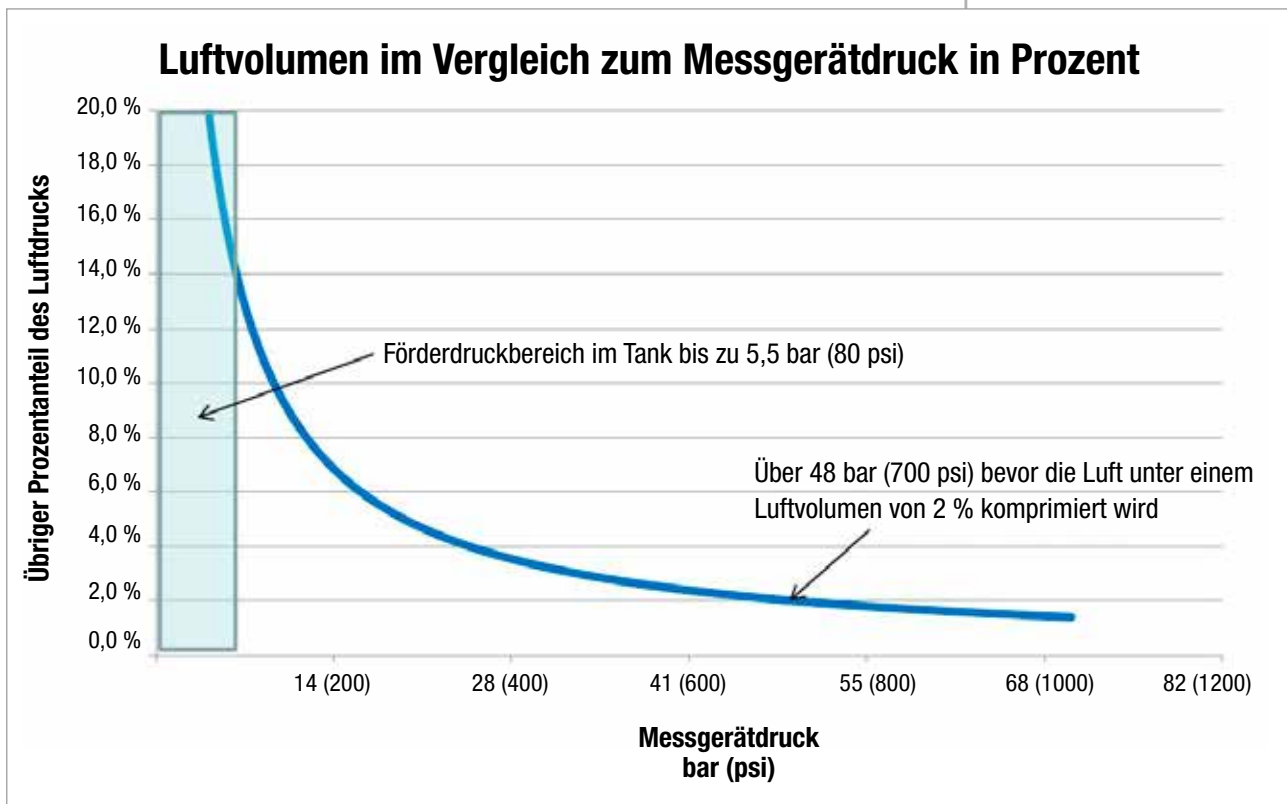


#### Wie beeinflussen komprimierbare Materialien mechanisch verbundene Dosiergeräte?

Bei mechanisch verbundenen Dosiergeräten oder Dosiergeräten mit konstantem oder variablem Mischverhältnis wird das Verhältnis bestimmt, indem konstante volumetrische Hübe proportional zwischen A und B abgestimmt werden (siehe Abbildung 7). Dies war und ist noch immer eine sehr hilfreiche Methode für die Dosierung von Materialien in der Schutzbeschichtungsindustrie. Für diese Systeme gilt die Annahme, dass es bei jeder Dosierpumpe, unabhängig vom Abtauchen oder der Komprimierbarkeit, eine vollständige Verdrängung gibt. Tatsächlich kann es beim „wirksamen“ Hub jedoch einen Unterschied zwischen A und B geben und das Mischverhältnis nicht konstant sein. Wenn mechanisch verbundene Systeme bei komprimierbaren Flüssigkeiten eingesetzt werden, ist es üblich, dass bei den Tankdruck- und Temperatureinstellungen sehr spezifische Vorgaben benötigt werden, damit das System, so gut es die Technologie ermöglicht, eingesetzt werden kann; die Komprimierbarkeit zwischen A und B ist, unter Berücksichtigung aller Variablen, jedoch nicht kalkulierbar. Ein Anzeichen dafür, dass die Komprimierbarkeit das aktive Spritzverhältnis ändert, kann sein, dass die Flüssigkeitsdruckmesser A und B nicht zusammen auf den oberen Wechsel reagieren, die Flüssigkeitsauslassschläuche jedoch häufig die Druckmesser abschwächen, so dass diese normal erscheinen.

#### Abbildung 5.

Das Diagramm zeigt die Menge an Harz in Litern (Gallonen) bei zunehmendem Förderdruck im Tank an. Nachdem das Material unter Druck gerührt wurde, kann sich der Füllstand im Tank nach Einrühren von Luft unter Druck um mehr als 20 Liter (5 Gallonen) verändern. Die Veränderung des Flüssigkeitsvolumens ist ein Ergebnis der Komprimierung der Luft, die in die Flüssigkeit hineingerührt wurde.



#### Wie viel Druck wird zur Komprimierung von Luft benötigt?

Abbildung 4 zeigt, dass das Material sowohl im Drucktank als auch in der Dosierpumpe komprimiert wird. Im Idealfall würden alle Lufteinschlüsse vollständig vor Erreichen der Dosierpumpe komprimiert werden. Dies ist jedoch nicht möglich, da der Einlassförderdruck unter 25 % des Auslassdrucks bleiben muss, damit der Ventiltrieb der Dosierpumpe sachgemäß funktioniert. Der Förderdruck im Tank abzüglich des Druckabfalls beim Flüssigkeitsübergang in die Pumpe ergibt eine nicht kalkulierbare, jedoch erhebliche Menge an Komprimierung, die in der Dosierpumpe stattfindet, bevor die Flüssigkeit zum Auslassspritzdruck ansteigt. Diese Komprimierung kann einen wesentlichen Teil des Verdrängungshubs vor Erreichen des Auslassspritzdrucks rauben. Sie findet nicht in gleichem Maße, oder wie vorhersehbar, zwischen Pumpe A und Pumpe B statt. Mehr als 48 bar (700 psi) an Druck sind nötig, bevor die Luft auf weniger als 2 % des Luftvolumens komprimiert wird (siehe Abbildung 6).

**Abbildung 6.**  
 Übriger Prozentanteil des Luftvolumens vom Luftdruck bei zunehmendem Messgerätdruck. Auf der Grundlage der standardmäßigen, volumetrischen Komprimierung von Luft unter Druck gemäß dem Gesetz von Boyle.

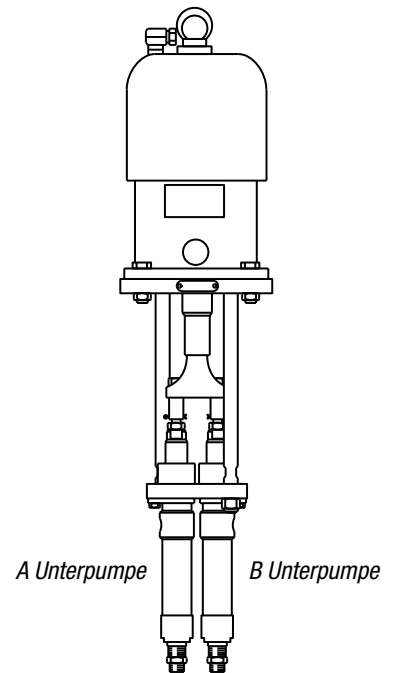
## Prüfung des Mischverhältnisses und Spritzvorgangs unter Verwendung mechanisch verbundener Dosiergeräte

Der Vorgang zur Prüfung des Mischverhältnisses für mechanisch verbundene Geräte bei der Verarbeitung von Epoxyd-Materialien für den Brandschutz wird bereits seit Jahrzehnten als die Messung der Flüssigkeitsvolumen A und B, die unter niedrigem Druck am Auslass der Flüssigkeitsschläuche A und B verdrängt werden, definiert. Epoxyd-Brandschutzanwendungen sind die einzigen Anwendungen, bei denen diese Prüfmethode vor jedem Spritzvorgang notwendig ist. Bei nicht komprimierbaren Materialien wird der Druck von A und B meist überwacht, und da die Materialien nicht komprimierbar sind, handelt es sich hierbei um ein sehr gutes Anzeichen für ein ausgewogenes Mischverhältnis.

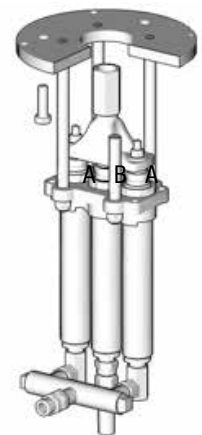
Bei schaum-schichtbildenden Epoxyd-Materialien sind Mischverhältnisprüfungen nicht immer akkurat und können durch die Veränderung des Drucks und der Temperaturen während des Prüfvorgangs reguliert werden. Die Prüfungen werden auch bei niedrigem Druck aus den Schläuchen vorgenommen und die Dosierpumpen haben dann keinen hohen Auslassdruck mehr, um entgegenzuwirken. Dies verlangsamt den Trieb der Pumpenkugelventile und raubt sogar noch mehr Hubkraft. Die Temperaturen werden reguliert, um die Viskosität anzupassen, und dies addiert oder subtrahiert einen Druckabfall, wenn die Pumpe mit Flüssigkeit gefüllt wird. Zur Einstellung der Mischverhältnisprüfung wird der Tankdruck reguliert, um den Durchfluss durch die schwergängigen Kugelventile anzupassen, d. h. niedriger bei einem Tank und höher beim anderen. Wird der Tankdruck verringert, um eine Mischverhältnisprüfung einzustellen, lässt dies sogar noch mehr Komprimierung zu, die während des Spritzvorgangs in der Verdrängerpumpe stattfinden muss. Alle diese Anpassungen zur Einstellung von Mischverhältnisprüfungen haben bei einem Betrieb unter Spritzdruck unbekannte Auswirkungen auf das Mischverhältnis. Das Gerät spritzt in einem unbekanntem Mischverhältnis.

### Vorteile der Dosierungstechnologie – „Wie sieht es mit der Komprimierbarkeit aus?“

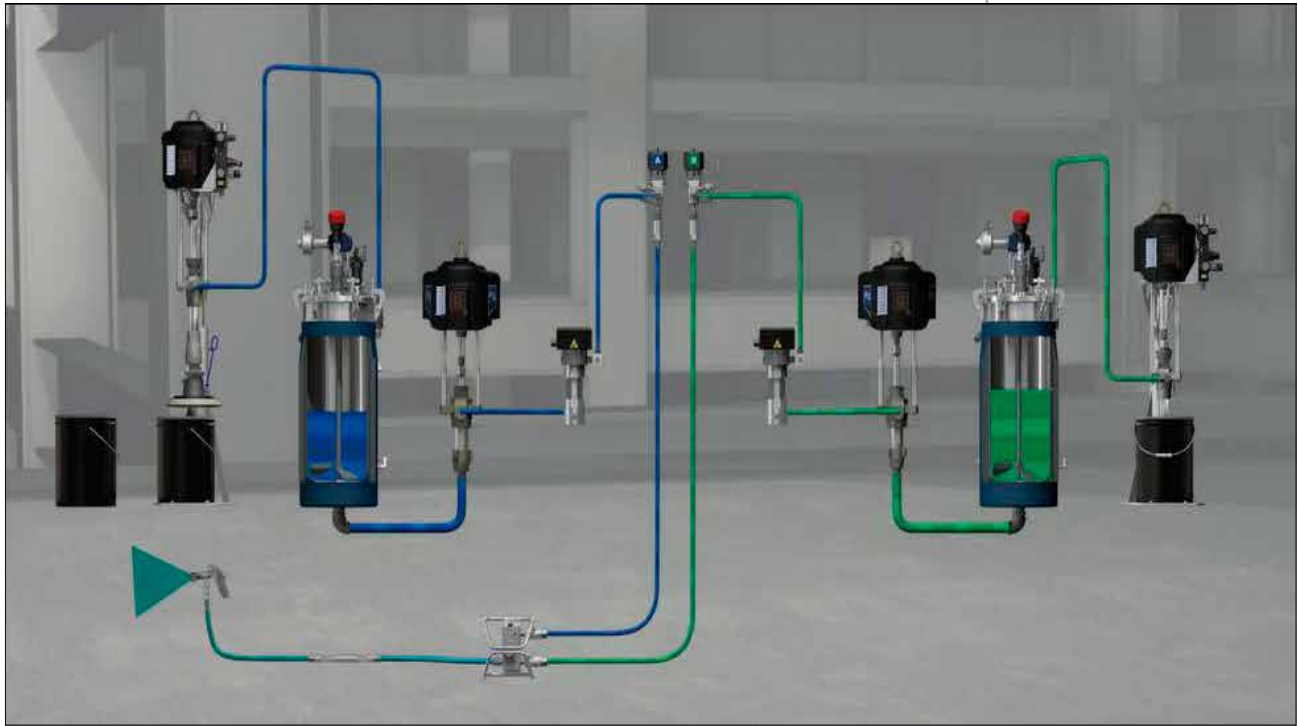
In den vergangenen fünf Jahren hat sich die kontinuierliche Injektionsdosierung als eine neue Dosiermethode etabliert. Es handelt sich um eine Technologie, die ebenfalls auf einer aktiven Verdrängung basiert, allerdings unter Verwendung linearer Positions- und Drucksensoren an jeder Dosierpumpe. Diese linearen Sensoren messen die Verdrängung, und Dosierventile öffnen und schließen sich, um das Mischverhältnis zu kontrollieren (siehe Abbildung 8). Der Hauptunterschied besteht darin, dass die Pumpen A und B unabhängig voneinander (nicht mechanisch verbunden) funktionieren und eine Kavitation oder ein „Abtauchen“ an einer Pumpe keine Auswirkungen auf die andere Pumpe hat. Da die Pumpen nicht verbunden sind, kann jede Pumpe das Material vollständig komprimieren. Zudem kann das System das Material zahlenmäßig erfassen, nachdem die Flüssigkeit bis nahezu zum Spritzdruck druckbeaufschlagt wurde. Das Kontrollelement kennt das exakte Volumen je Millimeter der Kolbenbewegung und kann die tatsächliche Verdrängung bei jeder Pumpe messen und den Teil des Hubs, der für die Komprimierung des Materials sorgt, subtrahieren. Kennt man die tatsächliche Leistung einer jeden Pumpe unter Spritzdruck, lässt sich damit das genaue Mischverhältnis berechnen.



**Abbildung 7.**  
(Mechanisch verbundenes)  
Dosiergerät mit konstantem  
Mischverhältnis. Bei einem  
Verhältnis von 1:1 sind häufig  
zwei Unterpumpen vorhanden.  
Bei einem ungleichen Verhältnis  
sind drei Unterpumpen üblich.







### Sicherstellung des Mischverhältnisses unter Verwendung von Dosiergeräten

Die Prüfung des Mischverhältnisses bei Dosiergeräten ist häufig unnötig, da das System ein eingebautes Mischverhältniskontrollsystem aufweist, sie ist jedoch einfach durchführbar. Um die Komprimierbarkeit zu berücksichtigen, werden die Prüfungen des Mischverhältnisses bei minimal 172 bar (2500 psi) vorgenommen. Dies stellt sicher, dass die Flüssigkeiten vollständig komprimiert sind oder nahezu dem Spritzdruck entsprechen. Das Mischverhältnis wird nicht davon beeinflusst, wie viel Luft durch das Zufuhrsystem in die Flüssigkeit hineingerührt wurde. Die Prüfung des Mischverhältnisses wird außerdem direkt an den Gerätauslässen durchgeführt, wodurch Fehler aufgrund von Schlauchausweitungen ausgeschlossen werden. Die Abänderung eines Parameters, wie etwa der Temperatur oder des Tankdrucks, hat keine wesentlichen Auswirkungen auf das Spritzverhältnis oder die Prüfproben des Mischverhältnisses. Die Systeme werden, sofern sie nicht über den Punkt der Kompensierungsfähigkeit des Systems hinaus angepasst werden, dasselbe Spritzverhältnis liefern. Unter diesen Umständen schaltet sich das System ab, um zu verhindern, dass Material auf das Substrat aufgetragen wird. Eine Dosierung bei hoher Geschwindigkeit hält zu jeder Zeit ein genaues Mischverhältnis beim Spritzvorgang aufrecht. Das Material B wird unter höherem Druck als nötig in den Durchfluss A injiziert, um das genaue Mischverhältnis aufrechtzuerhalten. Da die Systeme elektronisch sind, wird das System vor jedem Spritzvorgang mit einer stärkeren Leistungsfähigkeit ausgestattet. Vor jedem Spritzvorgang werden automatisch Pumpblockiertests durchgeführt, um sicherzustellen, dass sich keine Lecks im System befinden.

### Abbildung 8.

Bei Dosiergeräten werden für die Materialien A und B separate Pumpen mit linearen Sensoren und Druckumwandlern verwendet.

Die Dosierventile öffnen und schließen sich, um das Mischverhältnis zu kontrollieren. Das Material kann in jeder Pumpe vorkomprimiert werden, bevor das Mischverhältnis hergestellt wird.

Es werden elektronische Kontrollen durchgeführt, um Lecks in den Dosierpumpen oder Dosierventilen festzustellen.

Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.graco.com](http://www.graco.com)

## Zusammenfassung

Bei der Verarbeitung von Materialien mit hoher Viskosität für Spritzanwendungen, wie etwa Epoxyd-Materialien für den Brandschutz, gibt es zwei grundlegende Methoden für die volumetrische Dosierung – mechanisch verbundene Dosiergeräte und Dosiergeräte mit konstantem oder variablem Mischverhältnis. Die Komprimierbarkeit des Materials wird häufig nicht in vollem Umfang bedacht, ist jedoch ein wichtiger Faktor, wenn diese Materialien gespritzt werden. Die Anwendung von schaum-schichtbildendem Epoxyd für den Brandschutz ist die einzige Mehrkomponentenanwendung, für die Geräte- und Anwendungszertifizierungen benötigt werden. Die Voraussetzung einer Zertifizierung ist ein Anzeichen dafür, dass gewissen Anforderungen entsprochen werden muss. Beide Dosiermethoden werden in der Branche eingesetzt und tatsächliche, umgebungsbedingte Variablen können unbekannte oder negative Auswirkungen auf den Spritzvorgang haben.

Dosiergeräte sind aus mehreren Gründen eine fortschrittliche Methode für die Verarbeitung dieser Materialien. Erstens wird durch das Gerät, trotz Veränderungen bei der Flüssigkeitsdichte, beim Druck, bei der Temperatur, beim Durchfluss oder bei der Viskosität, die Verdrängung exakt gemessen. Zweitens sind die Systeme in der Lage, alle Funktionen zu überwachen, darunter unverhältnismäßiges Material oder Lecks während des Spritzvorgangs, automatischer Alarm oder Abschalten bei Verknappung des Materials, Druck außerhalb des normalen Bereichs, Pumpenausläufe, Pumpenlecks, Ventillecks und Sensorprobleme. Dosiergeräte ermöglichen ein einfaches Mischverhältnis und Pumpenprüfungen, um die Leistung anhand des Gewichts zu verifizieren. Nicht zuletzt werden Daten über den Durchfluss, den Druck, die Temperatur und das Verhältnis aller Materialien, die gespritzt werden, aufgezeichnet. Anwender, Materialzulieferer, Inspektoren und Kunden sollten alle Vor- und Nachteile einer jeden Systemart kennen, um zu prüfen, dass Material den Spezifikationen des Herstellers entsprechend gespritzt und die Qualität dieser Art von Anwendungen insgesamt verbessert wird.



*Bei Graco XM™ PFP Mehrkomponenten-Spritzgeräten kommt die kontinuierliche Injektionsdosierung für eine akkurate Mischverhältniskontrolle zum Einsatz.*

## BIOGRAPHIE

*Eric Rennerfeldt ist Manager für Produktmarketing in der Abteilung Applied Fluid Technologies von Graco Inc.*

*Marty McCormick ist Chef-Ingenieur in der Abteilung Applied Fluid Technologies von Graco Inc.*

*© 2014 Graco BVBA 349110 Ausgabe A 3/14 Alle schriftlichen Informationen und Illustrationen in diesem Dokument basieren auf den aktuellsten Produktdaten, die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung zur Verfügung standen. Graco behält sich das Recht vor, jederzeit ohne Vorankündigung Änderungen vorzunehmen. Alle anderen Markennamen oder Warenzeichen werden zu Identifizierungszwecken verwendet und sind die Markenzeichen ihrer jeweiligen Eigentümer.*