

# Doseren van brandwerende tweecomponentenepoxycoatings voor passieve brandbeveiliging op basis van “positive displacement”

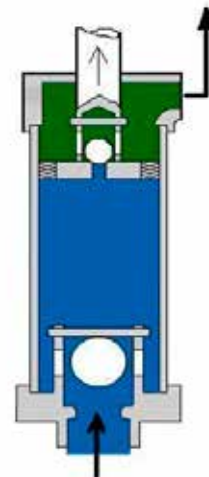


## WITBOEK

In de huidige sector van beschermende coatings is er een groeiende vraag naar het doseren en spuiten van hoogviskeuze coatings met 100% vaste stoffen, bestaande uit materialen die het geheel bij verwerking samendrukbaar maken. Een van die materialen is brandwerend epoxy, dat eerst licht en vervolgens steeds meer samendrukbaar is naarmate het onder luchtdruk wordt verwarmd en geroerd. Dat kan een probleem vormen voor een doseermachine die op basis van volume meet. Wanneer bij gebruik van meercomponentenapparatuur het materiaal samendrukbaar is, kunnen de apparatuurparameters de mengverhouding bij spuiten beïnvloeden. Enkele van deze factoren zijn agitatie, toevoerdruk, spuitdruk, temperatuur, materiaalsamenstelling en samendrukbaarheid. Deze factoren worden niet altijd correct begrepen en bij de meeste coatings met een hoog percentage vaste stoffen is de samendrukbaarheid nauwelijks tot niet merkbaar. Maar wanneer materiaal voldoende viskeus is om lucht in te sluiten, kunnen factoren als het ontwerp en de opstelling van de apparatuur een impact hebben op de prestaties en definitieve eigenschappen van de coatings. Dit witboek beschrijft welke verschillende doseertechnologieën er bestaan en hoe deze bovenstaande materialen te verwerken.

## Volumetrisch doseren op basis van positive displacement

Decennialang was “positive displacement” de standaardmethode om coatingmaterialen te doseren en te pompen. Verdringerpompen zijn ideaal omdat zij bij iedere slag een vaste hoeveelheid materiaal verplaatsen en uiteenlopende materialen, waaronder epoxy- en urethaancoatings, kunnen verwerken. Hoewel deze pompen eenvoudig in gebruik zijn, moeten een aantal zaken correct worden uitgevoerd zodat ze accuraat kunnen meten. In de eerste plaats moet elke verdringerpomp volledig gevuld zijn (figuur 1). Als de pomp niet volledig gevuld is, zal hij niet het juiste volume verplaatsen.

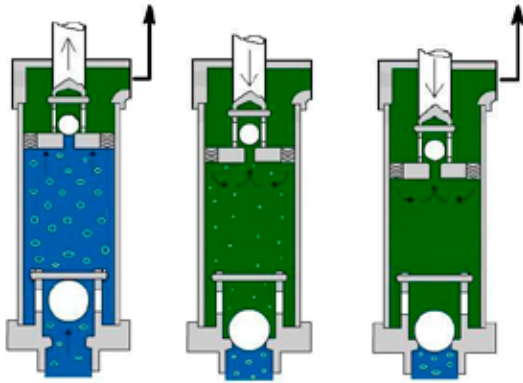


**Figuur 1.**  
*Vulslag. Onderste kogelklep is open, kogelklep van de zuiger is gesloten. Een verdringerpomp voor meettoepassingen moet bij de opwaartse slag volledig gevuld zijn. Groen betekent hoge druk, blauw betekent lage druk.*

AUTEURS:

Eric Rennerfeldt  
en Marty McCormick  
Graco Inc.

Ga naar [www.graco.com](http://www.graco.com) voor meer informatie.



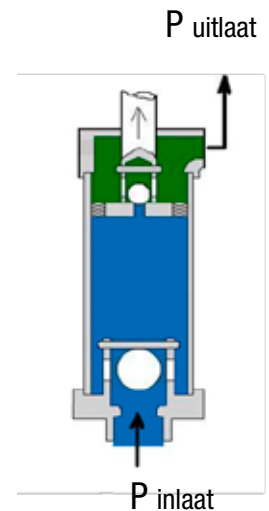
*Figuur 2.  
Volumetrisch meten  
Materiaal moet niet-samendrukbaar  
of volledig samengedrukt zijn. De  
middelste afbeelding toont hoe een  
deel van de slag wordt benut om het  
materiaal tot uitlaatdruk samen te  
drukken.*

Ten tweede moet het materiaal een gekend volume hebben. Dat betekent dat het niet-samendrukbaar of volledig samengedrukt is (figuur 2). Als een deel van de slag wordt benut om het materiaal samen te drukken, kunnen de mengverhoudingen onjuist zijn.

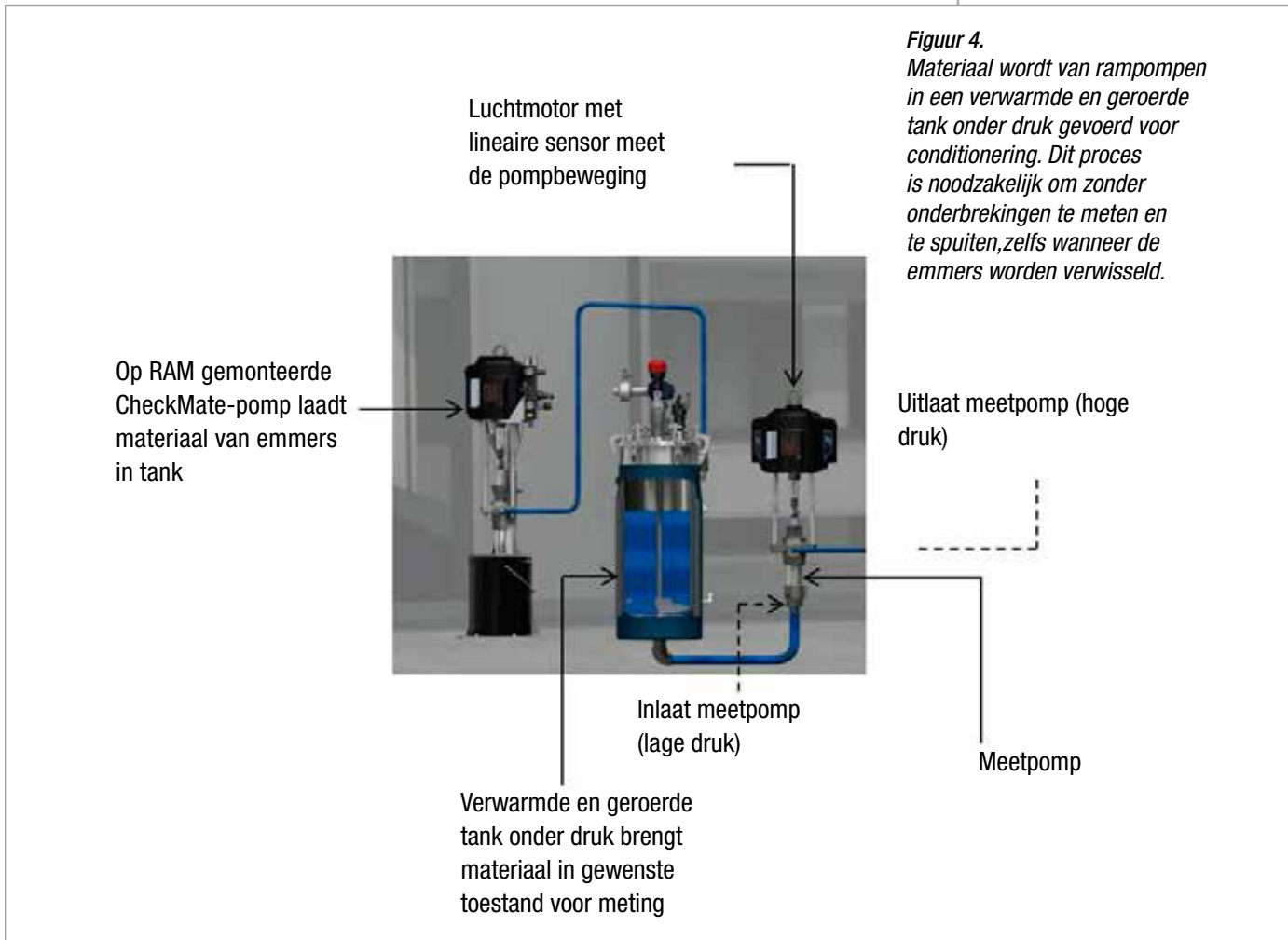
Ten derde mag de toevoerdruk de spuitdruk met niet meer dan 25% overschrijden. Pompen met twee terugslagkleppen zijn afhankelijk van een groot drukverschil om de kogelkleppen geheel te sluiten. Naarmate de toevoerdruk de uitlaatdruk nadert, worden de kogelkleppen traag en sluiten ze misschien niet meer goed, waardoor de afgifte bij elke slag onvolledig is (figuur 3).

### Waarom zijn samendrukbare materialen moeilijk te doseren?

Bij de meeste coatingtoepassingen hebben de coatingmaterialen een voldoende lage viscositeit en een dusdanige chemische samenstelling zodat het materiaal bij verwarmen en roeren onvoldoende lucht insluit om samendrukbaar te worden. Samendrukbaarheid vormt zelden een discussiepunt of probleem. Sommige materialen zoals brandwerende epoxycoatings zijn echter oplosmiddelvrij en kunnen kleine vezels en andere componenten bevatten die hen voldoende dik maken om lucht in te sluiten. Het is bewezen dat sommige van deze materialen rechtstreeks vanuit de emmers van 20 liter (5 gallon) samendrukbaar zijn. Bij verwerking van brandwerende epoxy materialen zijn op RAM gemonteerde CheckMate-pompen nodig om het materiaal van de emmers in de verwarmde druktanks over te brengen. Bij omgevingstemperatuur zijn de materialen te dik om uit de emmers te gieten. Om goed in de meetpomp te kunnen worden gevoerd, moet het materiaal onder druk worden verwarmd en geroerd (zie figuur 4).

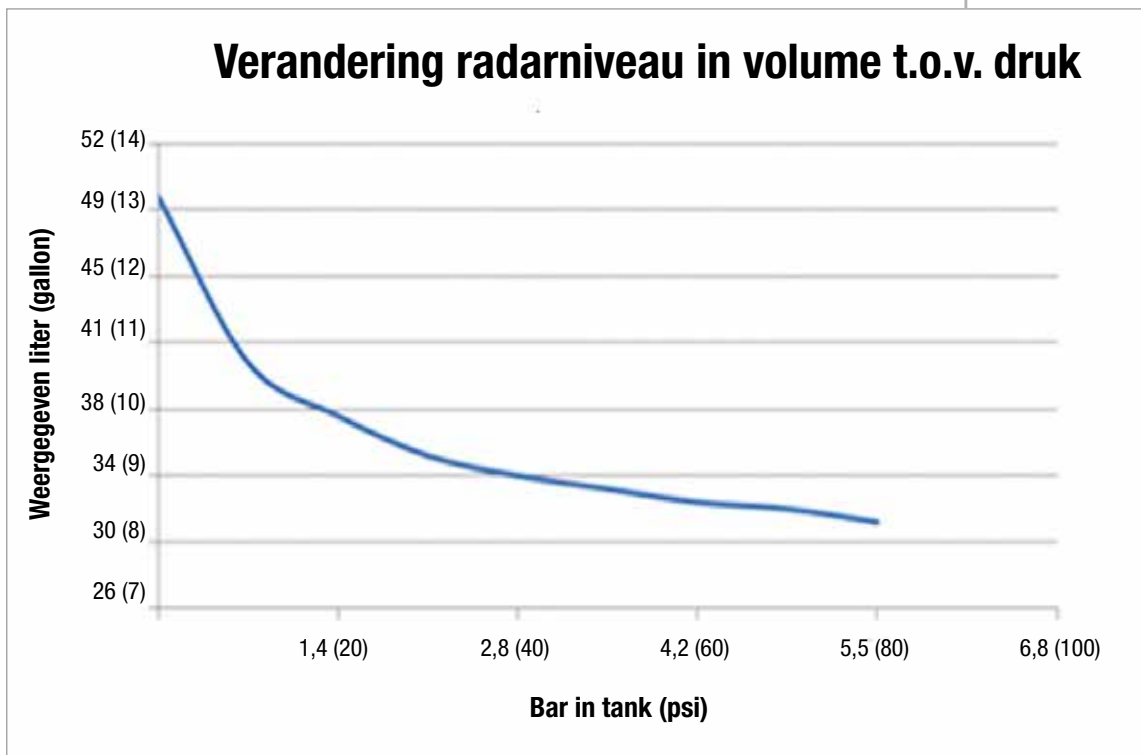


*Figuur 3.  
De inlaatdruk van het materiaal  
mag de uitlaatdruk met niet meer  
dan 25% overschrijden om te  
voorkomen dat de kogelkleppen  
bij meettoepassingen traag gaan  
werken.*



**Figuur 4.**  
 Materiaal wordt van rampompen in een verwarmde en geroerde tank onder druk gevoerd voor conditionering. Dit proces is noodzakelijk om zonder onderbrekingen te meten en te spuiten, zelfs wanneer de emmers worden verwisseld.

De samendrukbaarheid van deze materialen bij verwarmen en roeren onder druk kan gemakkelijk worden bepaald door het niveau in de tank te meten wanneer de luchtdruk verandert. Testresultaten tonen aan dat het materiaalvolume in de tank met wel 20 liter (5 gallon) kan verschillen wanneer de druk van 0 tot 5,5 bar (0 tot 80 psi) wordt opgevoerd (zie figuur 5). Dit kan een probleem vormen bij meettoepassingen omdat het bij elke slag van een meetpomp afgegeven volume kan veranderen als de tankdruk manueel wordt aangepast of gewijzigd.



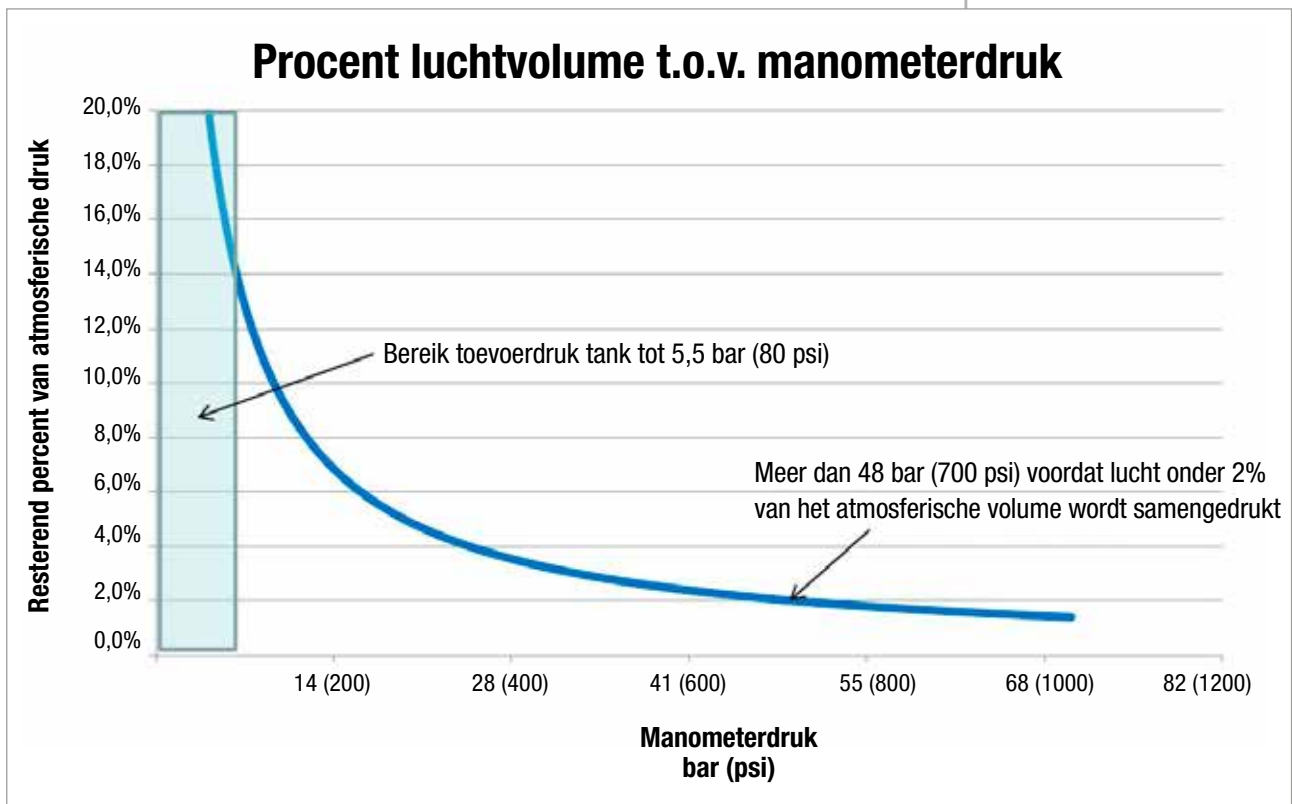
#### Hoe kunnen samendrukbare materialen mechanisch met elkaar verbonden doseerapparaten beïnvloeden?

Bij mechanisch met elkaar verbonden doseerapparaten of doseerapparaten met vaste of variabele mengverhouding wordt de mengverhouding bepaald door vaste volumetrische slagen proportioneel tussen A en B te verbinden (zie figuur 7). In de sector van de beschermende coatings is en blijft dit een heel nuttige methode om materialen te doseren. Bij deze systemen wordt ervan uitgegaan dat er bij elke meetpomp een volledige verdringing plaatsvindt ongeacht plotse bewegingen of samendrukbaarheid. In werkelijkheid kan de “effectieve” slag verschillend zijn tussen A en B, en is de mengverhouding niet altijd consistent. Het is algemeen bekend dat er bij gebruik van mechanisch met elkaar verbonden systemen in combinatie met samendrukbare materialen specifieke instructies in verband met de tankdruk- en temperatuurinstellingen vereist zijn opdat het systeem zo goed zou werken als de technologie toelaat. Rekening houdend met alle variabelen is de samendrukbaarheid tussen A en B echter onvoorspelbaar. Een indicatie dat de samendrukbaarheid de actieve spuitverhouding verandert, kan zijn dat de materiaalmanometers A en B niet samen reageren bij de bovenste omschakeling. De materiaaluitlaatslangen temperen echter vaak de manometers zodat deze er normaal uitzien.

*Figuur 5.*

*De grafiek vermeldt het aantal liter (gallon) hars terwijl de tankdruk toeneemt. Nadat de tank onder druk is geroerd en er onder druk lucht is bij gemengd, kan het materiaalniveau in de tank met ruim achttien liter (vijf gallon) verschillen. Het verschil in materiaalvolume is het resultaat van de samendrukking van de lucht die bij het materiaal is gemengd.*

Ga naar [www.graco.com](http://www.graco.com) voor meer informatie.



#### Hoeveel druk is er nodig om lucht samen te drukken?

Figuur 4 toont dat het materiaal zowel in de druktank als in de meetpomp wordt samengedrukt. In het ideale geval zou alle ingesloten lucht volledig samengedrukt moeten zijn voordat het de meetpomp bereikt, maar dit is niet mogelijk omdat de inlaatdruk onder de 25% van de uitlaatdruk moet blijven om de meetpomp goed te kunnen controleren. Wanneer de drukval in de stroming naar de pomp wordt afgetrokken van de tankdruk blijkt dat er in de meetpomp nog een onvoorspelbaar maar aanzienlijk deel van de samendrukking moet gebeuren vooraleer het materiaal de uitlaatdruk bereikt. Voor de samendrukking wordt een behoorlijk deel van de verdringerslag benut voordat de uitlaatdruk wordt bereikt. Deze samendrukking gebeurt niet op gelijkmatige of voorspelbare wijze tussen pomp A en pomp B. Er is een druk van meer dan 48 bar (700 psi) nodig om lucht tot minder dan 2% van het atmosferische volume samen te drukken (zie figuur 6).

*Figuur 6. Percentage resterend luchtvolume van atmosferische druk wanneer manometerdruk toeneemt. Op basis van de standaard volumetrische samendrukking van lucht onder druk volgens de wet van Boyle.*

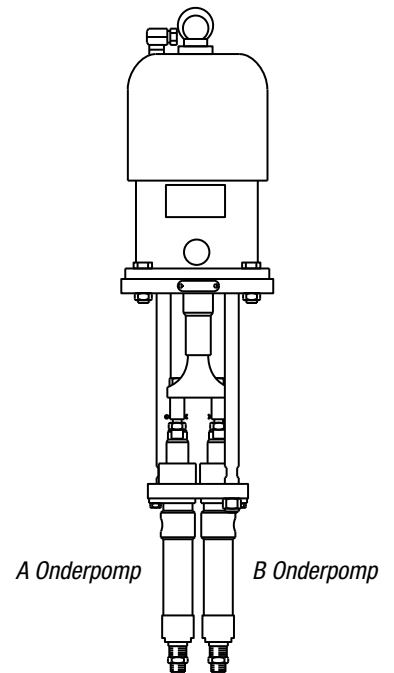
## Controle op de mengverhouding en spuitproces met behulp van mechanisch met elkaar verbonden doseerapparaten

Al decennialang wordt de mengverhouding bij mechanisch met elkaar verbonden apparatuur die wordt gebruikt om vuurvast epoxymateriaal te verwerken, gecontroleerd door het volume van de onder lage druk afgegeven vloeistoffen A en B te meten aan de uitlaat van materiaalslangen A en B. De toepassing met vuurvast epoxymateriaal is een van de enige toepassingen waarbij deze controle vóór elke spuitperiode moet worden verricht. Meestal wordt de druk A en B bij gebruik van niet-samendrukbaar materiaal nauwgezet in het oog gehouden en aangezien deze materialen niet-samendrukbaar zijn, is dit een goede indicator van een evenwichtig systeem met de juiste mengverhouding.

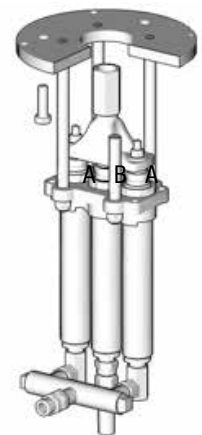
Met brandwerende epoxymaterialen is de controle van de mengverhouding niet altijd accuraat en kan deze zelfs worden aangepast door de druk en temperatuur tijdens het controleproces te wijzigen. De controles worden bovendien bij lage druk aan de uitlaat van de slangen verricht en de meetpompen hebben niet langer een hoge uitlaatdruk om dit te compenseren. Hierdoor werken de kogelkleppen van de pomp trager en wordt een nog groter aandeel van de slag hiervoor benut. Temperaturen worden bijgesteld om de viscositeit aan te passen en dit doet de drukval toe- of afnemen wanneer de pomp wordt geladen. De tankdruk wordt bijgesteld om de stroming door de trage kogelkleppen aan te passen: lager in de ene tank en hoger in de andere om de controle van de mengverhouding te verrichten. Als de tankdruk wordt verlaagd om een controle van de mengverhouding te verrichten, duurt de samendrukking zelfs voort in de verdringerpomp tijdens het spuiten. Al deze aanpassingen om controles van de mengverhouding te verrichten, hebben een onbekend effect op de mengverhouding tijdens werking bij spuitdruk. Hierdoor spuit de machine met een onbekende mengverhouding.

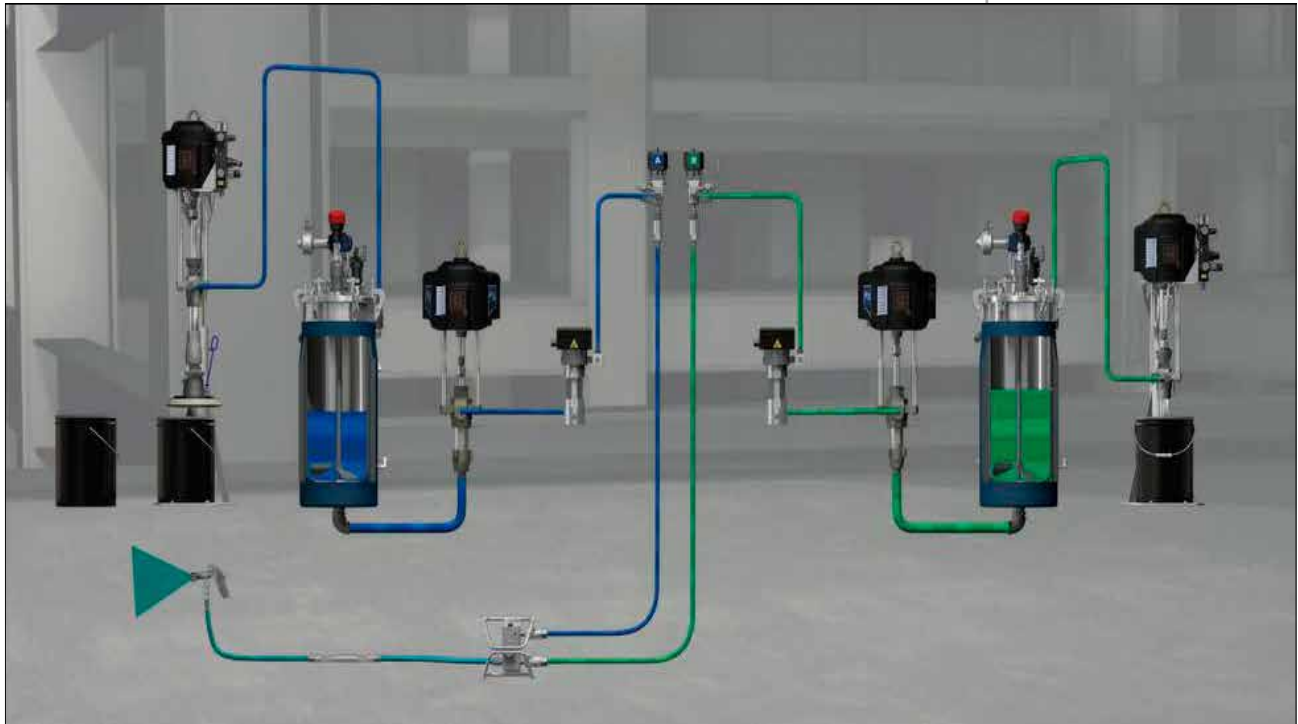
## Voordelen van doseertechnologie – “Hoe gaat deze om met samendrukbaarheid?”

Een nieuwe methode van doseren die sinds een vijftal jaar wordt toegepast, is doseren met continue injectie. Deze technologie is ook op positieve displacement gebaseerd, maar gebruikt lineaire positiesensoren en druksensoren op elke meetpomp. Deze lineaire sensoren meten de verdringing, terwijl de meetventielen openen en sluiten om de mengverhouding te controleren (zie figuur 8). Het grote verschil hierbij is dat de pompen A en B onafhankelijk van elkaar werken (ze zijn niet mechanisch met elkaar verbonden) en dat cavitatie of plotse bewegingen (“dive”) in de ene pomp geen invloed hebben op de andere pomp. Aangezien de pompen niet met elkaar verbonden zijn, kan elke pomp het materiaal volledig samendrukken en kan het systeem het materiaal meten nadat het tot bijna spuitdruk is samengedrukt. Bij de controle is het precieze volume per micro-inch beweging van de stang bekend en kan de werkelijke verdringing op elke pomp worden gemeten, waarvan nadien het aandeel van de slag wordt afgetrokken dat is gebruikt om het materiaal samen te drukken. Een accurate mengverhouding wordt bekomen wanneer het werkelijke doorstroomvolume van elke pomp bij spuitdruk geweten is.



**Figuur 7.**  
*(Mechanisch verbonden) doseerapparaat met vaste mengverhouding. Bij een mengverhouding van 1:1 zijn er meestal twee onderpompen. Bij andere mengverhoudingen zijn drie onderpompen gebruikelijk.*





### Gegarandeerde mengverhouding met doseerapparaten

Bij doseerapparaten is een controle van de mengverhouding vaak overbodig omdat het systeem zelf voor de juiste mengverhouding zorgt. Toch is een controle snel verricht. Teneinde met de samendrukbaarheid rekening te houden, worden de controles van de mengverhouding verricht bij minimaal 172 bar (2500 psi). Hierdoor is het materiaal gegarandeerd volledig samengedrukt tot (bijna) de spuitdruk. De mengverhouding wordt niet beïnvloed door de hoeveelheid lucht die vanuit het toevoersysteem in het materiaal is gemengd. De controle wordt bovendien direct aan de uitlaten van de machine verricht zodat fouten ten gevolge van uitzetting van de slang worden vermeden. Het wijzigen van een parameter zoals de temperatuur of tankdruk heeft geen significante invloed op de mengverhouding of de controlemonsters. De systemen blijven dezelfde mengverhouding bieden tenzij ze zodanig worden aangepast dat de machine dit niet meer kan compenseren. Op dat moment schakelt de machine uit om te voorkomen dat er materiaal op de ondergrond wordt aangebracht. Zelfs bij doseren tegen hoge snelheid blijft de mengverhouding te allen tijde accuraat. Het materiaal B wordt in stroom A geïnjecteerd tegen een hogere druk dan vereist om de juiste mengverhouding te handhaven. Aangezien de systemen elektronisch zijn, wordt er vóór elke spuitperiode meer vermogen in het systeem ingebouwd. Vóór elke spuitperiode worden er op de pomp automatisch uitvaltests verricht om te verzekeren dat er geen lekken in het systeem zijn.

**Figuur 8.**

*Op doseerapparaten worden afzonderlijke pompen met lineaire sensoren en druksensoren gebruikt voor de materialen A en B.*

*Meetventielen openen en sluiten om de mengverhouding te controleren. Het materiaal kan vooraf in elke pomp worden samengedrukt voordat de mengverhouding wordt gevormd.*

*De elektronische controles zijn bedoeld om eventuele lekken in de meetpompen of doseerventielen te vinden.*

Ga naar [www.graco.com](http://www.graco.com) voor meer informatie.



## Samenvatting

Wanneer er voor spuittoepassingen hoogviskeuze materialen, zoals vuurvaste epoxy, worden gebruikt, zijn er twee basismethoden voor het volumetrisch doseren ervan, namelijk d.m.v. mechanisch met elkaar verbonden doseerapparaten of doseerapparaten met continue injectie. De samendrukbaarheid van materiaal wordt vaak niet volledig begrepen, maar is wel van belang bij het spuiten van dit materiaal. Brandwerend epoxy is een van de enige meercomponenttoepassingen waarbij certificaten voor de apparatuur en applicator vereist zijn. Dat een certificaat vereist is, geeft aan dat deze toepassing de nodige uitdagingen met zich brengt. Beide doseermethoden worden in de sector gebruikt en reële waarden kunnen een onbekende of negatieve impact op de spuitprestaties hebben.

Doseerapparaten hebben de methode om deze materialen te verwerken om meerdere redenen verbeterd. Ten eerste meet de apparatuur de verdringing uiterst accuraat ondanks veranderingen in materiaaldichtheid, druk, temperatuur, stroming of viscositeit. Ten tweede kunnen de systemen alle functies controleren, zoals materiaal in de verkeerde mengverhouding of lekken tijdens het spuiten, automatische alarmen of onderbrekingen ten gevolge van drooglopen, drukwaarden buiten het normale bereik, overtoeren van een pomp, lekken in een pomp, lekken in een ventiel en sensorproblemen. Met deze doseerapparaten zijn eenvoudige mengverhoudings- en pomptests mogelijk om het doorstroomvolume per gewicht te controleren. Tot slot worden alle gegevens in verband met de stroming, druk, temperatuur en mengverhouding voor al het gespoten materiaal bijgehouden. Gebruikers, materiaalleveranciers, inspecteurs en klanten moeten zich allen bewust zijn van de voor- en nadelen van elk type systeem zodat de materialen overeenkomstig de specificaties van de fabrikant worden gespoten en de algemene kwaliteit van dit soort toepassingen wordt bevorderd.



*De Graco XM™ PFP-toestellen voor meercomponentenmaterialen gebruiken de doseertechnologie met continue injectie voor een accurate controle van de mengverhouding.*

## BIOGRAFIE

*Eric Rennerfeldt is Product Marketing Manager bij de divisie Applied Fluid Technologies van Graco Inc.*

*Marty McCormick is Principal Engineer bij de divisie Applied Fluid Technologies van Graco Inc.*

*© 2014 Graco BVBA 349110 Rev. A 3/14  
Alle geschreven en afgebeelde gegevens in dit document zijn gebaseerd op de meest recente productinformatie, zoals die beschikbaar is op het tijdstip van publicatie. Graco behoudt zich het recht voor om op elk gewenst moment zonder kennisgeving wijzigingen door te voeren. Alle andere merknamen of merken zijn gebruikt voor identificatiedoeleinden en zijn handelsmerken van hun betreffende eigenaars.*