

Wegen en doseren

Techniek

[Frank Braad]

Bij dosering is sprake van een gecontroleerde, beïnvloedbare materiaalstroom, die voortdurend vergeleken wordt met het gewenste gewicht met als doel dit gewicht zo nauwkeurig mogelijk te benaderen. Die nauwkeurigheid wordt bepaald door de precisie van wegen en doseren.

Elke doseerinstallatie is een combinatie van toevoegen, wegen en uitlezen. Een eeuwenoude handeling, zoals afgebeeld op het schilderij 'De Goudweger' van Salomon de Koninck uit 1654. Het schilderij toont een man die gouden munten weegt. Het gewicht van de muntstukken wordt bepaald door gewichten te doseren, steeds kleinere, totdat de wijzer aangeeft dat de bascule in balans is. De huidige doseerinstallaties werken nog altijd volgens dit principe, al zijn de gewichten vervangen door grof- en fijndosering, de balans door moderne weegapparatuur en de visuele beoordeling door digitale uitlezing. Een staalconstructie nam de positie van de hand van de goudweger over. Vanwege de parallellen met de hedendaagse techniek is het niet verwonderlijk dat Alfa het schilderij 'De Goudweger' in de jaren '70 gebruikte in het foldermateriaal.

Precies

Moderne weegapparatuur, met elektronische krachtopnemers, maakt een snelle en duidelijke aflezing van de gewogene hoeveelheid mogelijk. Bovendien

Buigstaafopnemers zijn in verschillende nauwkeurigheidsklassen leverbaar.

een exacte aflezing, er is geen wijzer die tussen twee schaaldelen blijft staan, er staat altijd maar één getal op de display: het juiste. Of toch niet? Om dat te kunnen beoordelen, is het van belang de weegnauwkeurigheid te kennen. De huidige krachtopnemers, zoals buigstaafopnemers en loadcells voor druk- of trekkracht, zijn in verschillende nauwkeurigheidsklassen leverbaar, vanaf zo'n 0,5 tot beter dan 0,01 procent. Dit getal geeft de mogelijke afwijking aan van de gemeten waarde ten opzichte van het werkelijke gewicht. Een veel toegepaste klasse is die met een maximale afwijking van 0,05 procent. Een enkele component maakt meestal minder dan 1/3 van het netto weegvermogen (W) uit. Daarom is het niet nodig de totale weegfout van alle krachtopnemers bij elkaar op te tellen, maar kan als afwijking worden aangehouden: $3 \times G_c \times A$, waarin G_c voor het componentgewicht en A voor de nauwkeurigheid staat. Bij de 0,05 procent uitvoering wijkt het componentgewicht mogelijk 0,15 procent af. Het aantal krachtopnemers speelt hierbij geen rol.

Klein

De kleinste afleesbare weegstap is één schaaldeel (d); kleinere hoeveelheden kunnen niet zichtbaar worden gemaakt. Dit betekent dat bij elke uitlezing een mogelijke afwijking van $\pm 0,5d$ optreedt. Elke weging heeft twee uitlezingen: bij het begin (de nulranging) en aan het eind (bij het bereiken van het gevraagde gewicht). Bij elke weging bedraagt de mogelijke weegfout daarom $\pm 1d$. Bij de huidige apparatuur voor industriële installaties is een verdeling van het netto weegvermogen in 5000 schaaldelen goed mogelijk. Onder uitzonderlijk goede omstandigheden, waarbij invloeden van wind en trillingen worden uitgesloten, kan men zelfs tot 10.000 tot 12.000 delen gaan. Voor elke krachtopnemer geldt een kleinste belasting die nog juist geregistreerd kan worden: het zogenaamde oplossend vermogen of indifferentie van een installatie. Een gangbare waarde hiervoor is 0,001 procent van de nominale weegcapaciteit (N), waarbij moet worden uitgegaan van de totale capaciteit van alle krachtopnemers gezamenlijk. Belastingen onder deze waarde worden niet geregistreerd. Deze afwijking kan bij ieder uitlezing optreden, bij elke dosering dus twee maal, in het voorbeeld 0,002 procent van N. De totale mogelijke weegfout bedraagt dan: $\pm (0,15\% G_c + 1d + 0,002\% N)$. In deze formule vertegenwoordigen twee factoren een vaste waarde, gerelateerd aan het netto weegvermogen en de totale weegcapaciteit. De weegfout zal toenemen naarmate de invloed van de derde factor geringer wordt, ofwel: bij kleine hoeveelheden, grotere afwijkingen (zie kader).

Doseernauwkeurigheid

Is de weegnauwkeurigheid achter het display verborgen, de doseernauwkeurigheid is bij elke doering zichtbaar. De vraag is echter of de gedoseerde hoe-



n met precisie

veelheid overeenkomt met de receptuur. De doseernauwkeurigheid wordt bepaald door de capaciteit, een gelijkmatige flow, de navaltijd van het product en een gecontroleerde productstroom.

Hoe hoger de capaciteit, des te lager de nauwkeurigheid en omgekeerd. De variabele capaciteit van het doseertoe-stel combineert een hoge capaciteit voor de grove dosering met een lage voor de fijne dosering. De instelbare slag van doseerschuiten en -schroeven met frequentieomvormers maken verschillen van 85 procent tussen maximale en minimale materiaalstroom mogelijk. De capaciteit bij het fijndoseren wordt bepaald door de cyclustijd van de volg-apparatuur en de grootte van de weeg-stappen. Het weegsignaal van de kracht-opnemers wordt door de volgappara-tuur voortdurend gecontroleerd op de gewichtstoename, waarbij een cyclustijd van 50 ms gangbaar is: 20 x per secon-de. In deze tijd zou maximaal de kleinste herkenbare hoeveelheid, één schaaldeel, mogen worden gedoseerd om controle over het doseerproces te houden. De

hoogste capaciteit bij deze nadosering ligt dus op 20 schaaldelen (=weegstap-pen) per seconde. Bij weegstappen van 2 gram komt dit neer op 2.020 g/min of 121,20 kg/h.

Productstroom

Een regelmatige productstroom wordt gedoseerd dan één met pieken en dalen. Bij zeer geringe hoeveelheden kan hier een doseerschroef, uitgerust met een afvlakinrichting na het schroef-blad, voordelen bieden boven de pulse-rend werkende doseerschuit, waarbij de materiaalstroom steeds onderbroken wordt.

Onderweg van doseertoestel naar de weeginstallatie bevindt het zich in een grijze zone: het is niet meer te beïnvloe-den en nog niet geregistreerd. De fijn-doseercapaciteit is weliswaar bekend, maar bij dosering van component op component kan de afstand tot de plaats waar wordt gewogen, verschillend zijn. Zelfs voor doseringen vanuit hetzelfde doseertoestel kan deze afstand variëren, afhankelijk van recept en doseervolgor-de. In een ideale opstelling zou de



navalhoeveelheid ± 1 schaaldeel bedra-gen, om een volledige controle over dit onderdeel te hebben.

Bij het uitschakelen van het doseerappa-raat zodra het gewenste doseergewicht is bereikt, moet worden voorkomen dat er materiaal naloopt. Roosterschuiten bezitten deze eigenschap vanuit hun constructie, bij doseerschroeven zal een snelafsluiter nodig zijn.

Een optimale invulling van deze vier fac-toren zal leiden tot een hoge mate van reproduceerbaarheid van de doseringen met een doseernauwkeurigheid van ongeveer 1 schaaldeel (de maximale afwijking van het gewenste en het gedoseerde gewicht).

Totale afwijking

Bij het beoordelen van de nauwkeurig-heid van een doseerinstallatie moet reke-ning worden gehouden met de mogelijk weegfout alsook met de afwijking voor uitlezing om een inzicht te krijgen in de 'juistheid' van de dosering. Daarbij is het aan te raden niet dezelfde fout te maken als de goudweger op het schilderij van De Koninck. Voor optimale nauwkeurig-heid van wegen en doseren geldt: houdt ramen en deuren gesloten om beïnvloe-ding door wind te voorkomen. ■

Elke doseerinstal-latie is een com-binatie van toe-voegen, wegen en uitlezen een eeuwenoude handeling die al in 1654 werd vastgelegd door Salomon de Koninck op het schilderij 'De Goudweger'.

Berekening van nauwkeurigheid weegbunker

Stel een weegbunker heeft een netto weegvermogen van 10 kg, onderverdeeld in 5000 weegstappen van 2 gram. De bunker is uitgerust met drie buigstaafofnemers van klas-se 0,05 procent, die elk een weegcapaciteit van 20 kg hebben. Het eigen gewicht bedraagt ongeveer 42 kg. Als in deze weegbunker een microcomponent van 3200 gram ($< 1/3 W$) wordt gedoseerd, zal de mogelijke weegfout ongeveer 8 g zijn. ($(0,15\% \text{ van } 3200 \text{ g} + 2 \text{ g} + 0,002\% \text{ van } 60.000 \text{ g}) = \pm(4,8 \text{ g} + 2 \text{ g} + 1,2 \text{ g}) = \pm 8 \text{ g}$.) Daarmee bedraagt de weegfout circa 0,25 procent van het gewenste componentgewicht. De (vrij grove) vuistregel toepassend die voor de kleinste component 2,5 procent van het netto weegvermogen aanhoudt, toont voor 250 g een mogelijke weegfout van $\pm 3,575 \text{ g}$, ongeveer 1,43 procent van het componentgewicht. Bij nog kleinere componen-ten loopt in dit voorbeeld de weegfout op naar 2 procent bij 170 g, 3 procent bij 110 g en 4 procent bij 85 g.

Onder ideale omstandigheden (geen trillingen, geen windinvloeden) kan een verfijning van de schaalverdeling naar weegstappen van 1 g de weegfout verminderen. Bij de 250 g component bijvoorbeeld tot ongeveer 1,03 procent, wat de dosering van kleinere hoeveelheden mogelijk maakt zonder concessies te doen aan de nauwkeurigheidseisen.