

# Dosieren in geschlossenen Systemen

## Elektronische Druckkompensation korrigiert Dosierfehler

Bei gravimetrischen Dosiersystemen mit einem geschlossenen, von der Umgebungsatmosphäre abgekoppelten Dosierraum können Druckschwankungen im Materialtrichter zu Wägefehlern führen, die sich negativ auf die Produktqualität und die Produktionskosten auswirken. Die neue elektronische Druckkompensation EPC bietet hier eine zuverlässige Lösung.



Gravimetrische Dosiersysteme lassen sich sowohl zur exakten Dosierung von Granulaten als auch von Pulvern einsetzen (Bilder: Coperion K-Tron)

**D**ruckschwankungen im Materialtrichter oder auch am Auslauf eines gravimetrischen Dosiersystems können falsche Gewichtssignale bewirken, die zu fehlerhaftem Durchsatz und mangelhafter Dosiergenauigkeit führen. In einem auf Lastzellen oder einer Waage montierten Dosierer, ausgestattet mit einer 16 cm großen runden Nachfüllöffnung im Trichter, kann eine Druckveränderung von 5 mbar im Innenraum das ermittelte Gewicht bereits um 1 kg verfälschen.

Traditionell werden diese problematischen Druckschwankungen in einem geschlossenen Dosierraum mechanisch kompensiert, indem man den Dosierer durch flexible Faltenbälge von der restli-

chen Konstruktion entkoppelt (**Bild 1**). Allerdings können zu große oder sich zeitlich verändernde bauliche Toleranzen, Anordnung und Alter der Faltenbälge u.Ä. diese vergleichsweise teure Lösung unwirksam machen. Das im Vergleich dazu einfache neue elektronische Druckkompensationssystem EPC (**Titelbild**) von Coperion K-Tron bietet eine effiziente Lösung für diese Problemstellung. Das System erkennt automatisch Druckschwankungen innerhalb eines Dosierers, passt das Gewichtssignal entsprechend an und erhöht so maßgeblich die Dosiergenauigkeit.

Dosiersysteme mit geschlossenem Dosierraum sind immer dann notwendig,

wenn stark staubende Pulver, hygroskopische, gesundheitsgefährdende oder auch sauerstoffempfindliche Materialien dosiert werden sollen.

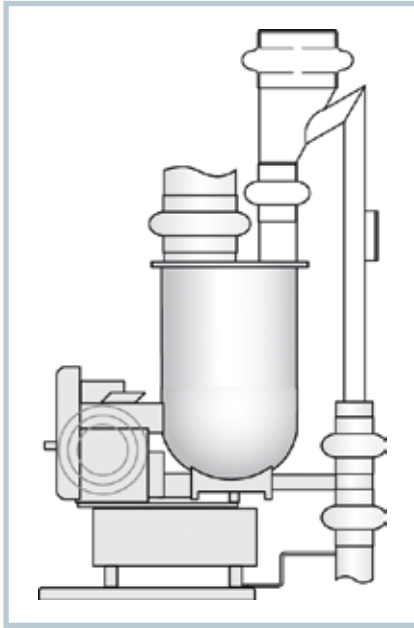
### Was bewirken Druckschwankungen im Materialtrichter ...

Beim Nachfüllen eines Dosierers erhöht der abrupte Eintrag von Schüttgut den Druck im geschlossenen Luftraum des Materialtrichters. Dieser Druckanstieg beeinflusst die Gewichtsmessung (**Bild 2**). Da der Dosierer über der Nachfüllöffnung mit einem flexiblen Faltenbalg von der umliegenden Konstruktion entkoppelt ist, erhöht sich mit dem Druckanstieg die Krafteinwirkung auf die Lastzelle bzw. Waage – bei unveränderter Materialmenge erhöht sich das Gewichtssignal. Beim sogenannten Loss-in-weight-Verfahren interpretiert die Differentialsteuerung in diesem Fall das erhöhte Gewichtssignal als reduzierten Durchsatz und reagiert fälschlicherweise mit einer Erhöhung des Dosiereraustrags, was zu einem Istwert-Fehler (Dosierfehler) führt.

Druckschwankungen im Trichter können auch andere Ursachen haben, beispielsweise einen verschmutzten Filter, eine Staubabsaugung über die Trichterbelüftung oder eine Überlagerung von Stickstoff, wenn das Material unter Sauerstoffausschluss dosiert werden muss.

### ... und am Auslauf des Dosierers?

Eine Druckveränderung am Materialauslauf eines geschlossenen Dosiersystems verfälscht ebenfalls das Gewichtssignal. So setzt sich beispielsweise ein anstei-



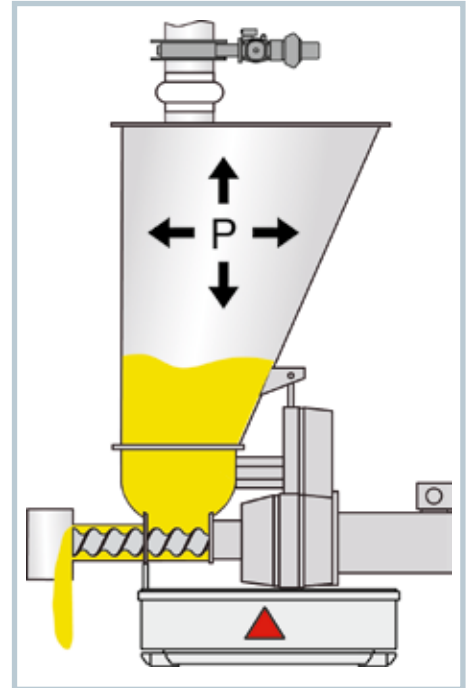
**Bild 1.** Gravimetrische Dosierung mit traditioneller mechanischer Druckkompensation durch Einbau von Faltenbälgen auf dem Trichter und am Auslauf des Dosierers

altrichter – das Dosiersystem wird versuchen, diese scheinbare „Überdosierung“ zurückzufahren. Solche Druckkompensationsprobleme am Auslauf können durch einen Gegendruck des Extruders, durch Pulsation der Extruderschnecke oder auch durch eine Stickstoffüberlagerung der Materialförderung auftreten.

Bei einer mechanischen Druckkompensation am Auslauf ist der Verschlussdeckel an einer Außenstruktur befestigt und über einen flexiblen Faltenbalg vom Dosierer entkoppelt.

**Die Technik hinter EPC**

Ein hochpräziser Drucksensor auf dem Trichterdeckel und/oder am Auslaufrohr der Dosiereinheit (**Bild 3**) übermittelt laufend die gemessenen Druckwerte an die Steuerung des Dosiersystems. Dort werden die Daten für die dynamische Kompensation eventuell auftretender Druckschwankungen und somit zur Korrektur von Wägefehlern genutzt. Die Software optimiert laufend die Korrelation zwischen Druck und Gewicht und reagiert so auf mechanische Veränderungen, was die Effizienz und Zuverlässigkeit der Dosierung erhöht. Ermittelte Druckschwankungen von bis zu  $\pm 50$  mbar werden au-



**Bild 2.** Erhöhter Luftdruck im geschlossenen Materialtrichter „drückt“ auf die Waage und verfälscht das ermittelte Gewicht

tomatisch ausgeglichen – treten größere Abweichungen auf, wird ein Alarm ausgelöst.

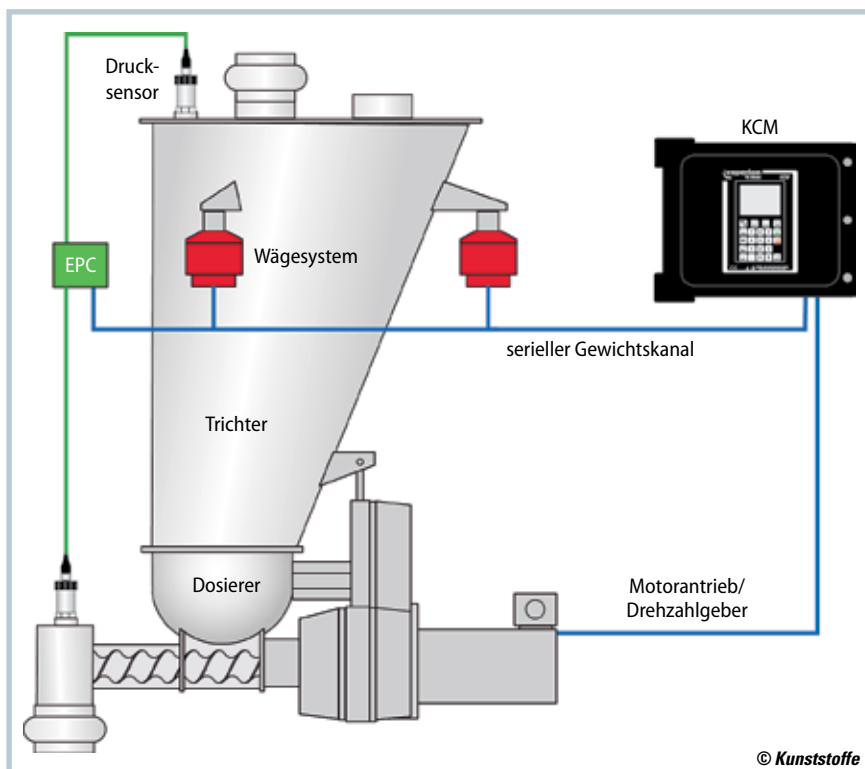
Der EPC-Drucksensor kann auf dem Trichter, am Materialauslauf oder an beiden Stellen eines gravimetrischen Dosiersystems installiert werden. Eine Kombination von EPC auf dem Materialtrichter und mechanischer Kompensation am Auslauf ist ebenfalls möglich.

Der EPC-Drucksensor kann auf dem Trichter, am Materialauslauf oder an beiden Stellen eines gravimetrischen Dosiersystems installiert werden. Eine Kombination von EPC auf dem Materialtrichter und mechanischer Kompensation am Auslauf ist ebenfalls möglich.

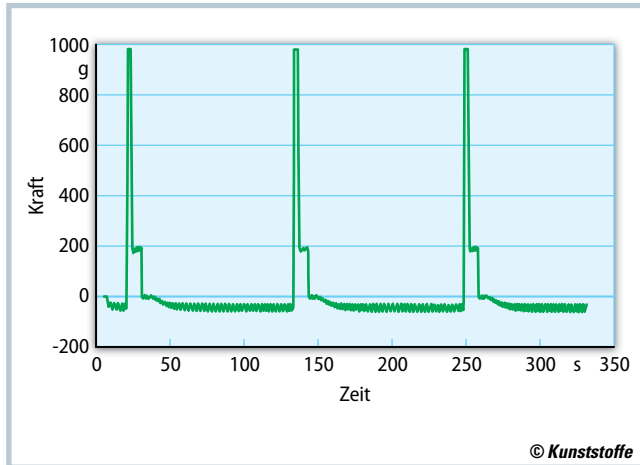
**EPC versus traditionelle Mechanik**

Die Kompensation von Druckschwankungen bei gravimetrischen Dosiersystemen mit EPC kann kostengünstiger sein als klassische mechanische Lösungen. Weitere Vorteile, besonders beim Kompensieren von Druckschwankungen im Materialtrichter, sind:

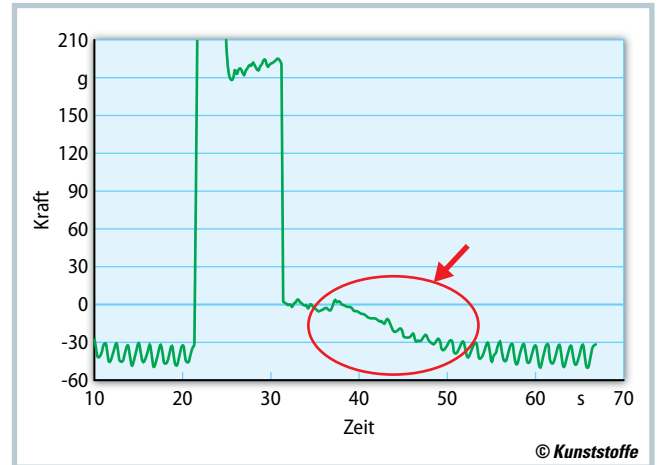
- ein einfaches, kostensparendes Design,
- weniger Bauteile als bei mechanischer Faltenbalg-Entkopplung, einfache Installation und Reinigung,
- hohe Effektivität und Zuverlässigkeit,
- weitestgehende Wartungsfreiheit,
- einfaches Nachrüsten bei bestehenden Systemen,
- gemessene Werte sind elektronisch verfügbar, verarbeitbar und archivierbar,



**Bild 3.** Prinzip der elektronischen Druckkompensation EPC für ein gravimetrisches Dosiersystem, schematisch; KCM: Dosiersteuerung



**Bild 4.** Verlauf der Druckwerte der Pulverdosierung, ermittelt mit dem Feldtestpaket



**Bild 5.** 60-Sekunden-Detailausschnitt des Druckverlaufs in Bild 4 – der Dosierfehler tritt beim Druckabfall im Zeitraum von rd. 20 s auf (rote Markierung)

- bei gravierendem Über- bzw. Unterdruck sind sofortige Alarmer auslösbar und
- es findet eine laufende Optimierung der Korrelation zwischen Behälterinnendruck und ermitteltem Gewicht statt, um auf mechanische Veränderungen im Dosiersystem zu reagieren.

Die mechanische Druckkompensation am Trichter ist recht komplex und muss fachmännisch installiert werden. Jede Geometrieabweichung, beispielsweise ein Versatz von Einlaufrohr und Füllöffnung, verschlechtert das Resultat. Hier lässt sich EPC einfacher installieren, ist selbstoptimierend und zudem bedeutend kostengünstiger.

Eine traditionelle mechanische Druckkompensation am Auslauf der Dosierstrecke ist in der Regel einfach realisierbar und effektiv und daher oft eine gute Lösung. Aber sie muss wie jede Mechanik regelmäßig gewartet und periodisch nachjustiert werden – und die Faltenbälge sind turnusmäßig zu ersetzen. Deshalb ist EPC auch am Auslauf des Dosiersystems in vielen Fällen die bessere Wahl.

### Ein Problemfall aus der Praxis

Ein typisches Problem, das sich mit EPC beheben lässt, zeigt das folgende Fallbeispiel, bei dem bereits ein zugesetzter Filter zu Störungen geführt hat: Ein Differentialdosierer, betrieben als geschlossenes System, zeigte nach jedem Nachfüllen des Schüttguts (Pulver) Unregelmäßigkeiten im Istwert-Signal (Dosiermenge). Zum Nachfüllen des Trichters kam ein Vakuumabscheider (Saugfördergerät) mit motorisch betätigtem Bodenventil zum Einsatz.

Mit einem sogenannten EPC-Feldtestpaket von Coperion K-Tron wurde an dieser Dosieranlage kontinuierlich der Druck gemessen. **Bild 4** zeigt die im Verlauf von drei Nachfüllzyklen ermittelte Druckwerte, **Bild 5** den ersten Nachfüllzyklus im Detail. Dabei gelten folgende Randbedingungen:

- Der Nachfüllzyklus beinhaltet das Öffnen des Ventils und das Aktivieren der Fließhilfe (vibrierende Fluidisierungspads) in einem Zeitraum von 10 s.
- Die Umschaltverzögerung beträgt 5 s (Zeit nach dem Nachfüllen, in der die

Dosiersteuerung Unregelmäßigkeiten ignoriert).

- Die gemessenen Druckwerte sind im Diagramm als umgerechnete Masse (g) dargestellt.

Der Pulvereintrag mit dem Abscheider in den Materialtrichter des Dosierers dauerte ca. 3 s (Zeitspanne zwischen 22 s und 25 s in **Bild 4**) und erzeugte dabei große Druckspitzen. Die beim Befüllen im Trichter verdrängte Luft musste sich durch den zugesetzten Belüftungsfilter zurück in den Abscheider zwängen. Die vibrierende Fließhilfe blieb für weitere 7 s (Zeitraum zwischen 25 s und 32 s) aktiv, bis das Nachfüllventil geschlossen wurde. Danach sank der Druck im Trichter innerhalb von 20 s kontinuierlich ab und stabilisierte sich schließlich auf einem leicht negativen Wert (der konstante Materialaustrag aus dem Dosierer erzeugt ein leichtes Vakuum im Trichter, da die Luft nicht frei nachströmen kann, um das ausgetragene Pulvervolumen sofort zu ersetzen). In diesen 20 s trat der Dosierfehler auf, regelmäßig bei jedem Nachfüllen des Trichters.

Der allmähliche Druckabfall im Trichter innerhalb dieser 20 s hat eine Verfälschung zwischen ermitteltem und realem Gewicht zur Folge: Es wird ein geringeres Gewicht des zum Messzeitpunkt im Trichter bevorrateten Materials registriert als dort tatsächlich vorhanden ist. Die durch Differenzwägung ermittelte Dosierrate ist somit höher als die tatsächliche – es wird scheinbar überdosiert. Dies wurde in der hier untersuchten Anwendung mit dem Ausschlagen der Istwert-Anzeige nach jedem Nachfüllvor-

## Die Autoren

**Jim Foley** ist Vice President Research & Development bei Coperion K-Tron, Pitman, NJ/USA; [jfoley@coperionktron.com](mailto:jfoley@coperionktron.com)

**Stefan Ludescher** ist Entwicklungsingenieur bei Coperion K-Tron, Niederlenz/Schweiz; [sludescher@coperionktron.com](mailto:sludescher@coperionktron.com)

## Service

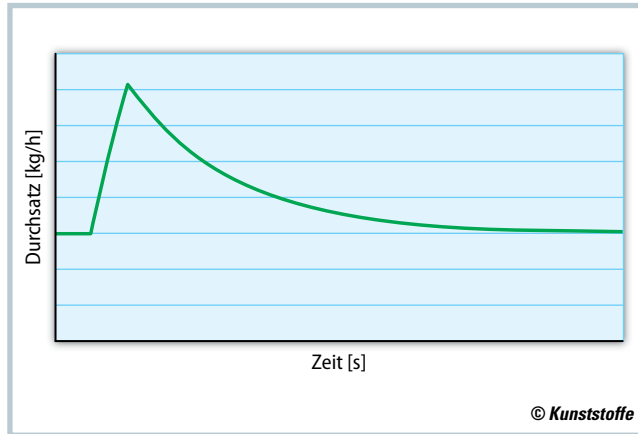
### Digitalversion

- Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/1269689](http://www.kunststoffe.de/1269689)

### English Version

- Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)

**Bild 6.** Ohne Druckkompensation zeigt das Durchsatzdiagramm der Dosierung bei jeder Trichternachfüllung eine (fehlerhafte) Durchsatzerhöhung an



gang deutlich angezeigt (**Bild 6**). Statt dem Sollwert von 150 kg/h wurden in der Spitze 152 kg/h signalisiert.

Viel bedeutender war jedoch die Reaktion der Steuerung auf die scheinbare Überdosierung: Sie drosselte die Motordrehzahl der Dosierschnecke. Dadurch wurde nicht eine laut Rezeptur zu viel eingebrachte Additivmenge korrigiert –

jetzt wurde der Sollwert sukzessive und „systematisch“ unterschritten.

Die im Detaildiagramm der Druckkurve (**Bild 5**) deutlich erkennbaren Pulsationen im Sekundentakt korrelieren direkt mit der Drehfrequenz der Dosierschnecke. Einschneckendosierer, wie in dem hier beschriebenen Beispiel eingesetzt, tendieren dazu, Pulver stoßweise auszu-

tragen. Dosierer mit Doppelschneckenaustrag arbeiten diesbezüglich deutlich gleichmäßiger. Die hier dokumentierten Ergebnisse belegen die hohe Empfindlichkeit des für die EPC-Regelung eingesetzten Drucksensors. Aufgelöst werden selbst sehr kleine Druckschwankungen im geschlossenen Dosiersystem, die das Wäageergebnis beim Ermitteln des Dosiergewichts beeinflussen können.

Das Fallbeispiel zeigt eine typische Anwendung für die von Coperion K-Tron entwickelte elektronische Druckkompensation EPC. Basierend auf den Drucksensormessungen werden Druckänderungen im System korrekt erkannt und nicht mehr fälschlicherweise als Veränderung des Schüttgutgewichts interpretiert. Durch kontinuierliche Druckmessung kann die Steuerung des gravimetrischen Dosiersystems den Durchsatz korrekt regulieren. Dadurch wird eine konstante und hochgenaue Dosierleistung ermöglicht, selbst beim und nach dem Nachfüllen des Materialtrichters. ■