

9 intelligente Designmerkmale,
die Coperion K-Tron Dosiergeräte genauer machen.



9 intelligente Designmerkmale

Seit mehr als 70 Jahren setzt Coperion K-Tron bei der Schüttgutdosierung den Massstab bezüglich Qualität und Innovation. Mit über 100 Dosier- und Wägetechnologiepatenten weltweit entwickelt Coperion K-Tron den neuesten Stand der Technik kontinuierlich weiter.

Im Folgenden finden Sie nur einige der Beispiele dafür, wie Coperion K-Trons Tradition der Innovation zu leistungssteigernden Produktmerkmalen führt, die Ihnen als Schüttgut verarbeitendem Unternehmen direkt zugute kommen.

1

Hochauflösungs-Digitalwägen

Hohe Dosiergenauigkeit beginnt mit präzisiertem Hochauflösungswägen. Coperion K-Tron hat mit der Einführung seiner DMT-Kraftmessdose mit 2 Saiten den Weg für die digitale Schwingende-Saite-Wägetechnik bereitet. Der Smart-Force-Transducer (SFT) von Coperion K-Tron steht heute für bald 50 Jahre Evolution und intensive Entwicklung, um eine wirtschaftliche, driftfreie Wägeauflösung von 1:8.000.000 in 20 ms zu bieten.

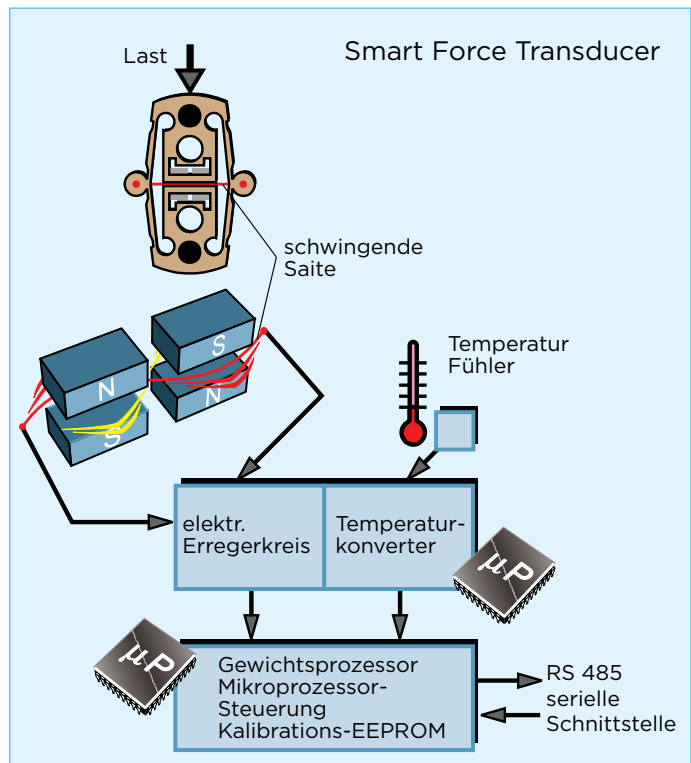
Die SFT-Wägetechnologie von Coperion K-Tron bietet genaues digitales Messen, das stabiles, hochgenaues Gewichtabtasten mit einfacher, verlustfreier serieller Datenkommunikation gewährt. Die SFT-Technologie nutzt die Abhängigkeit der Resonanzfrequenz einer schwingenden Saite von ihrer Spannung, um darauf einwirkende Lasten zu messen. Die einwirkende Last wird mechanisch auf die Saite übertragen, wodurch sich die Resonanzfrequenz der Saite ändert. Anhand dieser Änderung berechnet ein eingebauter Mikroprozessor mit 32-Bit-Präzision die einwirkende Last. Ein vollständig kalibriertes (linearisiertes, messbereichabgestimmtes und temperaturkompensiertes) Signal wird über eine serielle RS-485-Schnittstelle an die Coperion K-Tron-Regeleinheit übertragen. Es können Gewichtsdaten von bis zu fünfzehn SFT-Modulen zuverlässig in störungsfreiem Digitalformat über Entfernungen von bis zu 500 Metern übertragen werden.

Die SFT-Technologie von Coperion K-Tron sorgt für eine extrem hohe Wägeauflösung, die entscheidend für die Dosiergenauigkeit ist. Die Auflösung eines Gewichtsmessfühlers stellt die kleinste Gewichtsdivergenz dar, die sicher gemessen werden kann. Die Auflösung kann entweder direkt in Gewichtseinheiten oder als Anteil des Messfühlerbereichs angegeben werden (z.B. 1:10 000). Heutzutage werden zwei Klassen von Gewichtsmessfühlern eingesetzt: analoge und digitale Messfühler. Bei analogen Gewichtsmessfühlern wie Dehnungsmessern oder LVDT muss zwischen gemessener und beanspruchter Auflösung unterschieden werden. Weil das Messfühlersignal eine Spannung oder eine Stromstärke ist, hat ein analoger Messfühler das theoretische Potenzial einer unendlich feinen Auflösung; das heisst, dies wäre der Fall, wenn das Signal in einen tatsächlichen Messwert konvertiert werden könnte. In der Praxis haben analoge Messfühler jedoch viele Schwierigkeiten zu überwinden. Zum Beispiel sind sie mechanisch nicht perfekt, und ihre Eigenschaften und ihre Leistung ändern sich mit dem Alter. Ausserdem ist die Ausgabe von analogen Messfühlern üblicherweise ein sehr niedriges Signal, das in seinem gesamten

Betriebsbereich nur einige Millivolt umfasst. Der Versuch, dieses niedrige Signal zu digitalisieren, erfordert eine sehr stabile Stromversorgung und beträchtliche Verstärkung. Diese Signale sind ausserdem gegenüber elektrischem Rauschen empfindlich, und die vielen analogen Bauteile, die in A/D-Wandlern enthalten sind, ändern ihre Eigenschaften ebenfalls mit der Zeit.

Obwohl ein A/D-Wandler 16 oder sogar 20 Bit Display-Auflösung haben kann (z.B. 1:250 000), ist die tatsächliche Messauflösung des Systems als Ergebnis typischerweise viel geringer: Bei voller Auflösung liegt sie etwa in der Grössenordnung von 1:10 000 bis 1:30 000. Ausserdem tasten die meisten A/D-Wandler die Daten notwendigerweise periodisch anstatt kontinuierlich ab und ignorieren so tatsächlich einen Teil der Gewichtsdaten, was zu einem weiteren Kompromiss bei der Genauigkeit der Gewichtsmessung führt.

Die Auflösungsleistung der digitalen Messung, wie beispielhaft von der SFT-Technologie mit schwingender Saite von Coperion K-Tron demonstriert, verlässt sich nicht auf eine Verstärkung nach der Messung und die Digitalisierung eines Signals im Millivoltbereich. Stattdessen wird die genaue Anzahl der Tausenden von Saitenschwingungen gezählt, die während einer kurzen, genau abgemessenen Zeitspanne auftreten. Diese Methode ist tatsächlich digital. Fehler in Verbindung mit Verstärkung oder Digitalisierung entfallen, und alle verfügbaren Gewichtsdaten werden erfasst. Die SFT-Wägetechnologie ist in der Lage, eine echte Messauflösung von über 1:8'000'000 in 20 ms zu liefern. Um der Auflösungsleistung dieser digitalen Messmethode nahe zu kommen, müsste der Dehnungsmesser oder LVDT Änderungen im Mikrovoltbereich erfühlen und diese kleinen Änderungen in der Ausgabe über die Verstärkungs- und Digitalisierungsverfahren hinaus erhalten.



2

Schnelles Wägen und Steuern

Viele der heutigen anspruchsvollen Prozesse verlangen eine hohe Dosiergenauigkeit in kürzester Zeit, oft in nur wenigen Sekunden. Die moderne Wäge- und Differentialdosier-Steuerungsdynamik von Coperion K-Tron ermöglicht die Durchführung von bis zu 450 Gewichtsmessungen und 12 zugehörigen Steuerungs-Anpassungen pro Sekunde und optimiert so die sofortige Dosierleistung bei entscheidenden Anwendungen.

Bei der Differentialdosierung nimmt das Systemgewicht mit der Zeit ab. Die mathematische Steigung des Systemgewichts über der Zeit stellt die Dosiergeschwindigkeit dar. In der Praxis nimmt das angestrebte Systemgewicht in kleinen kurzen Schritten ab. Das Gefälle eines jeden Schritts ist die Verringerung des Systemgewichts, die in dem durch die Schrittlänge dargestellten Zeitintervall erreicht werden muss. Nach Vollendung eines jeden Schritts wird das gemessene Systemgewicht mit dem angestrebten Systemgewicht verglichen, und alle Unterschiede führen zu einem Korrekturgegeschwindigkeitssignal. Wenn das gemessene Gewicht geringer als das Sollgewicht ist, wurde zu viel Material gefördert, und die Dosiergeschwindigkeit wird reduziert. Im umgekehrten Fall, wenn zu wenig Material gefördert worden ist, überschreitet das gemessene Gewicht das Sollgewicht und die Dosiergeschwindigkeit wird erhöht. Während diese Methode ein grundlegendes Mittel der Dosiergeschwindigkeitsregelung bietet, sind die Schrittlänge (Dauer) für eine Verarbeitung, die eine hohe kurzzeitige Dosiergenauigkeit benötigt, und die Anzahl der einzelnen Regelungsmassnahmen von Bedeutung, die während eines typischen «momentanen» Zeitintervalls durchgeführt werden. Ausserdem muss zur Gewährleistung der besten momentanen Leistung jedes Defizit oder jeder Überschuss an gefördertem Material aus dem einen Schritt im nächsten Schritt korrigiert werden. Da die Anzahl diskreter Regelungsschritte, die in einem typi-

schen «momentanen» Leistungszeitintervall enthalten sind, für Applikationen mit niedrigen Drehzahlen am niedrigsten ist, sind es diese Situationen, die der genauesten Untersuchung bedürfen. Für Dosiergeräte mit niedriger Dosierleistung ($< 4,5 \text{ kg/h}$) und niedriger Messauflösung in der Grössenordnung von 1:30 000 sind normalerweise in einem Zeitintervall von 5 bis 10 Sekunden nur 1 bis 2 Regelmassnahmen möglich, während bei einer Messauflösung von 1:8'000'000, die von der SFT-Wägetechnologie von Coperion K-Tron geboten wird, typischerweise 60 bis 120 Regelmassnahmen bei ähnlichen Anwendungen durchführbar sind. Wie bereits oben erklärt führt jeder Unterschied zwischen dem gemessenen und dem angestrebten Systemgewicht nach der Vollendung eines «Schritts» zu einer Korrekturregelmassnahme. Um jedoch die zuvor erfassten zu niedrigen oder zu hohen Förderbedingungen auszugleichen, wird eine zusätzliche Dosiergeschwindigkeitskorrektur veranlasst. Für diesen Ausgleich fasst das Regelgerät automatisch die kumulative Nettodosiergeschwindigkeit zusammen und erhöht sein aktuelles Kommandosignal, um das Gesamtdefizit oder den Gesamtüberschuss schnell zu beheben.

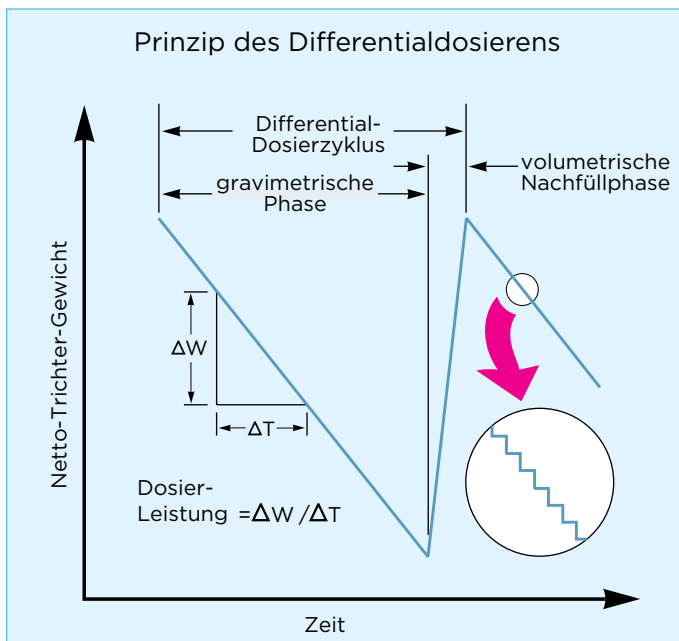
3

Wägen ohne Störungen

Das Erreichen einer hohen gravimetrischen Dosierleistung im Prozess erfordert die Unterscheidung zwischen Gewichtsdaten und den verfälschenden Einflüssen von Massenkräften aufgrund von Umgebungsvibrationen und Stössen. Der exklusive Filteralgorithmus von Coperion K-Tron identifiziert und extrahiert kontinuierlich falsche Massenkomponenten aus der Gewichtsmessung – auch in aggressiven Betriebsumgebungen.

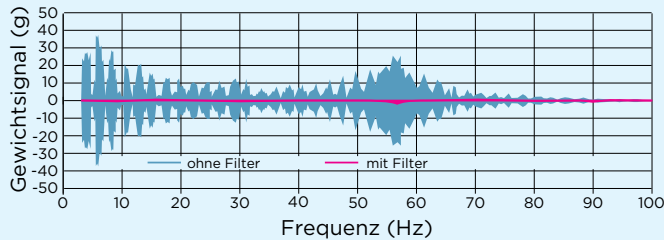
Umgebungsvibrationen, die über die mechanische Verbindung des Dosiergeräts mit seiner Betriebsumgebung übertragen werden, können die Wägegenauigkeit, insbesondere die Kurzzeit-Genauigkeit, nachteilig beeinflussen. Obgleich der Einsatz flexibler Verbindungen und Schwingmetalldämpfer die Übertragung der Vibrationskräfte an das Wägesystem reduzieren, besteht das ideale Vorgehen darin, diese Massnahmen mit einem Wägesystem zu kombinieren, das selbst in der Lage ist, zwischen den zu messenden Lasten und den durch die Vibration auferlegten transienten Kräften zu unterscheiden. Zur Lösung dieser Herausforderung setzt die SFT-Schwingende-Saite-Wägetechnologie von Coperion K-Tron hochkompliziertes digitales Filtern ein und extrahiert Frequenzkomponenten, die charakteristisch für die werkseigenen Vibrationen sind. Alle Filtervorgänge werden von einem eingebauten Mikroprozessor in Echtzeit ausgeführt. Die SFT-Wägetechnologie liefert zuverlässige hochauflösende Leistung – auch in Betriebsumgebungen, in denen Vibrationen von benachbarten Motoren und Maschinen vorhanden sind. Um zwischen der zu messenden Last und den durch die Vibrationen induzierten Kräften zu unterscheiden, wird ein komplexer digitaler Filteralgorithmus zur Identifikation und Extraktion der für die werkseigenen Vibrationen charakteristischen Frequenzkomponenten angewendet.

Bei einem Wägesystem, das variierende Lasten in einer typischen



9 intelligente Designmerkmale

Wirkung des digitalen Filters



Werksumgebung misst (zu der alle gravimetrische Dosierausrüstung gehört), kann ein einfacher gewichtsmittelnder Filter nicht funktionieren. Das Ergebnis bei einem solchen einfachen Filter ist sogar unter den idealen Bedingungen einer konstanten Vibrationsfrequenz eine beträchtliche Verzögerung beim Ausgabesignal. Unter echten Werksbedingungen, bei denen das Dosiersystem variierenden Vibrationsfrequenzen ausgesetzt ist, während die Maschinen in der Umgebung starten und anhalten, gibt die Ausgabe eines einfachen mittelnden Filters falsche Gewichtsänderungen an. Das Ergebnis ist eine Verminderung der Dosierleistung.

Die SFT-Technologie von Coperion K-Tron setzt einen digitalen Filter ein, der speziell für gravimetrische Dosieranwendungen entworfen wurde. Weil der Filter in digitaler Form implementiert ist, ist es leicht, die Filterleistung durch eine Änderung der Verstärkungsfaktoreinstellungen anzupassen. Die Standardfilterverstärkungsfaktoren sind optimiert worden, um eine steile Steigung für die ausgewählte Cut-off-Frequenz zu erreichen, während immer noch eine schnelle Ausgleichszeit mit minimalem Überschiessen gewährleistet bleibt. Filterverstärkungsfaktoren können durch das Dosierer-Regelgerät über die serielle Kommunikationsverbindung auf Grundlage des geregelten Dosierertyps dem Dosiergeschwindigkeits-Einstellungspunkt und anderen dynamischen Dosierungsbedingungen angepasst werden.

In dem begleitenden illustrierten Beispiel wurden zwei Schwingende-Saite-Waagen mit jeweils 10 kg statischem Gewicht bei Frequenzen von 3 bis 100 Hz einer vertikalen Vibration von $\pm 0,025$ g unterworfen. Die beiden Waagen waren bis auf die Tatsache identisch, dass eine Waage die eine nichtdigitale Filterung verwendete und die andere Waage den exklusiven digitalen Filteralgorithmus von Coperion K-Tron benutzte. Es wurden im gesamten Testbereich halbsekündige Gewichtsmessungen bei Intervallen von 0,25 Hz aufgezeichnet. Bei jedem Frequenzschritt wurde ein Fünfsekundenintervall zwischen den Messungen eingelegt. Das obere Diagramm zeigt eine signifikante Signalkontamination, die mit der nichtdigitalen Filterung des Messfühlers assoziiert wird. Dagegen illustriert das untere Diagramm die Wirksamkeit der digitalen Filterung von Coperion K-Tron bei der Vibrationsunterdrückung. Die digitale Filterung von Coperion K-Tron, die über den gesamten Versuchsbereich effektiv ist, wurde speziell dafür konfiguriert, die charakteristischsten Vibrationen einer typischen Werksumgebung zu unterdrücken. 10-Hz-Vibrationen werden mit einem Faktor von 20'000 und 20-Hz-Vibrationen mit einem Faktor von 200'000 abgeschwächt.

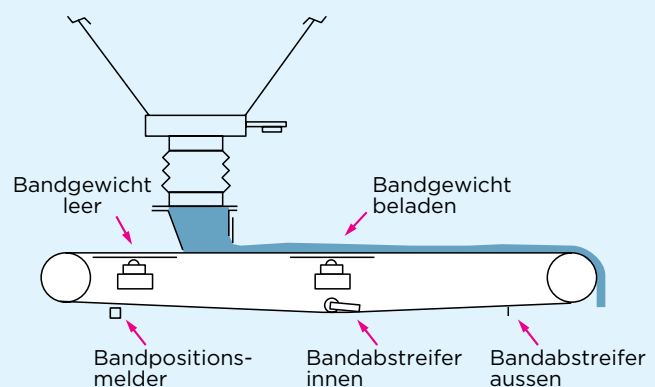
Tarieren von Dosierbandwaagen

Die exklusive Coperion K-Tron-Funktion «Kontinuierliche Selbsttarierung» eliminiert Fehler aufgrund von schlecht tarierter Dosiergeschwindigkeit sowie langwieriges, periodisches Neukalibrieren der Dosierbandwaage. Ein zweiter SFT-Wägeeinheit, der sich vor dem Materialeinlauf befindet, misst kontinuierlich das Bandleergewicht. Das Steuergerät zieht dann das angegebene Bandgewicht von der Lastmessung ab und gewährleistet so auch bei klebrigen Materialien jederzeit eine hohe Wägegenauigkeit.

Dosierbandwaagen sind oftmals eine gute Wahl, wenn relativ frei fließende Materialien gefördert werden, die keine Begrenzung benötigen. Dosierbandwaagen wägen kontinuierlich ein sich auf ihrem kurzen Förderband bewegendes Materialbett und regeln die Bandgeschwindigkeit, um die gewünschte Förderrate zu erzielen. Das Austarieren oder die Nulleinstellung ist von grosser Bedeutung, da sowohl das Band als auch das Material gewogen werden und jeder Fehler bei der Nulleinstellung zu einem sich wiederholenden und systematischen Fehler bei der Dosierleistung führt. Zu den Quellen möglicher Änderungen an der Nulleinstellung gehören das Bandabnutzung, die Durchtränkung des Bands mit Material und das Haften von Material am Band. Änderungen des Bandgewichts aufgrund von Materialansammlung sind unvermeidlich; der Einsatz eines Bandschabers bei der Entladung und an anderen Stellen im Dosierer minimiert diese Fehlerquelle, kann sie jedoch bei vielen Materialien nicht völlig aufheben. Daher ist die periodische Tarierung seit jeher notwendig gewesen.

Frühere Massnahmen zur Lösung des Problems der periodischen Tarierung umfassten die teilweise Automatisierung des Tarierungsverfahrens. Auf Befehl des Benutzers wurde die leere Dosierbandwaage durch eine einzelne Bandumdrehung gefahren und es wurde automatisch eine einzelne Nulleinstellungskorrektur erzeugt. Um Variationen beim Bandgewicht entlang der Länge des Bands zu berücksichtigen (wichtig bei Anwendungen mit niedrigeren Bandgeschwindigkeiten), wurde später eine Indizierungsfunktion hinzugefügt, so dass das Bandgewicht Zentimeter für Zentimeter entlang der Bandlänge gemessen und aufgezeichnet werden konnte. Während des Betriebs wurden diese indizierten Bandsegment-Nulleinstellungswerte in dieser Reihenfolge angewendet,

Kontinuierliche automatische Bandtarierung



während das entsprechende Bandsegment den Wägebereich erreichte. Obgleich diese beiden Massnahmen den Trierungsprozess vereinfachten und genauer machten, blieb die Nulleinstellung eine beschwerliche und periodisch wiederkehrende Anforderung und der Nulleinstellungsdrift ein Problem.

Zur Lösung dieser Schwierigkeiten und vollständigen Automation des Trierungsverfahrens entwickelte Coperion K-Tron seine exklusive Funktion «Kontinuierliche Selbsttrierung». Durch das Hinzufügen eines zweiten Wägeeinheit vor dem Materialeinlauf, wo kein Materialbett vorhanden ist, kann die Trierung genau, automatisch und kontinuierlich während dem Betrieb ohne Entleeren des Dosierers erreicht werden. Diese Methode der vollständig indizierten Echtzeit-Nulleinstellung eliminiert die Probleme der Bandgewichtvariation ungeachtet ihrer Ursache und hilft dabei, die grösstmögliche Dosierbandwaagengenauigkeit zu erzielen.

5 Gleichmässigerer Ausstoss

Einfachsnecken-Dosierer erzeugen bei niedrigen Schneckendrehzahlen oftmals innerhalb einer Sackenumdrehung einen ungleichmässigen Ausstoss, was ein Pulsieren des Massenstroms zur Folge hat. Der exklusive Schnecken-Drehzahl-Modulationsalgorithmus von Coperion K-Tron zeichnet das Pulsieren auf und passt die Schneckendrehzahl entsprechend an, um diesen Effekt auszugleichen und die Schwankungen im Massenstrom zu minimieren.

Bei Anwendungen mit kritischen Zeitskalen, bei denen eine hohe Kurzzeit-Genauigkeit erreicht werden muss, kann ein Pulsieren des Ausstosses die Schwankung von Messung zu Messung beträchtlich erhöhen. Mögliche mechanische Abhilfen umfassen konische Schnecken, drehende Rohre, verlängerte Rohre, Gewindespiralendstücke, Schaufeln usw. Einige dieser Abhilfen sind abhängig von der Anwendung sinnvoll, andere dagegen nicht. Und trotz zusätzlicher Kosten für diese Lösungen gibt es immer ein Restpulsieren.

Um den Pulsierungseffekt ohne mechanische Mittel zu miminieren, produziert der exklusive Schneckendrehzahl-Modulationsalgorithmus von Coperion K-Tron eine erhöhte Genauigkeit

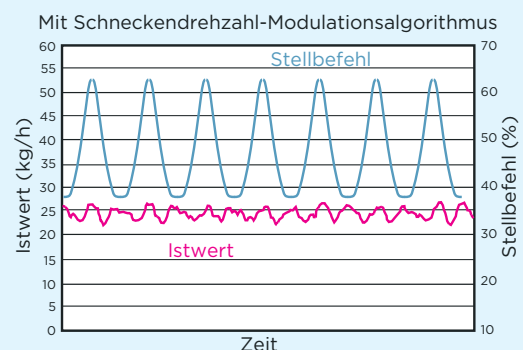
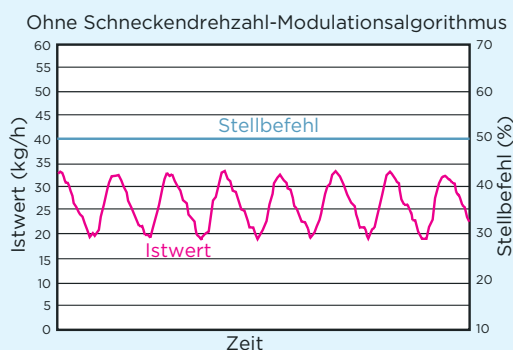
bei kurzen Messzeiten sowie bei niedrigen Drehzahlen (Schneckendrehzahlen unterhalb von 60 U/Min.). Durch Aufzeichnen des periodischen Pulsierens und der entsprechenden Einstellung der Schneckendrehzahl zum Ausgleich des Effekts, kann die mit der Schneckenposition in Verbindung stehende Massenstromschwankung wesentlich reduziert werden.

6 Optimierte Dosiergerätnachfüllung

Während des Nachfüllens eines Differentialdosiergeräts ist das gemessene Gewicht für die Steuerung der Dosiergeschwindigkeit nicht hilfreich. Während andere Hersteller einfach die Schneckengeschwindigkeit konstant halten, bis die Nachfüllung abgeschlossen ist, speichert die exklusive Smart-Refill-Technologie von Coperion K-Tron die letzten gravimetrischen Leistungen bei unterschiedlichen Trichtergewichten und Schneckendrehzahlen, um Änderungen an der Materialdichte während des Nachfüllens auszugleichen. So wird eine genaue Leistung gewahrt und ein gleichmässigerer Übergang zum normalen Betrieb erreicht.

Aufgrund seines Funktionsprinzips erfordert die Differentialdosierung, dass das Dosiergerät kontinuierlich gewogen wird. Deshalb kann das Dosiergerät nicht konstant mit Material nachgefüllt werden, sondern muss periodisch nachgefüllt werden. Da jegliche Basis für die gewichtsbasierte Regelung während dieser kurzen, jedoch periodisch auftretenden Nachfüllphase fehlt, wird das Erhalten der momentanen Dosierergenauigkeit zu einem Problem. Traditionell wurde über die Nachfüllphase eine konstante Dosiergeschwindigkeit beibehalten – eine Geschwindigkeit, die der Schneckendrehzahl entsprach, die zu der gravimetrischen Regelung gerade vor dem Beginn der Nachfüllphase passte. Wenn zum Beispiel die Dosierdrehzahl, gerade bevor das System die Notwendigkeit der Nachfüllung des Zufuhrtrichters feststellte, 60 U/Min. betrug, wurde die Schneckendrehzahl während der gesamten Dauer des Nachfüllvorgangs konstant bei 60 U/Min. gehalten. Nach Vollenden des Nachfüllvorgangs und nachdem sich das Material gesetzt und der Dosierer ein entsprechend abnehmendes Systemgewicht erfasst hatte, wurde der Dosierer wieder auf den

Reduzierung der die Massenstrom-Pulsierung mit Drehzahlmodulation



9 intelligente Designmerkmale

gravimetrischen Betrieb umgestellt, und die Dosiergeschwindigkeit wieder zu einem Regelungsparameter.

Das Problem bei der herkömmlichen Methode besteht darin, dass sich in den meisten Fällen die Schüttgutedichte innerhalb des Dosierbereichs (des Bereichs, aus dem das Prozessmaterial entnommen wird) vergrößert, während das Material im Trichter ansteigt. Wenn die Dosiergeschwindigkeit während des Nachfüllens konstant gehalten wird, entsteht eine Überdosierung. Wenn die gravimetrische Regelung nach dem Abschluss des Nachfüllvorgangs wieder einsetzt, erfasst der Dosierer die hohe Dichte und reduziert die Schneckendrehzahl abrupt. Laborversuche und Praxiserfahrung mit vielen hundert Materialien zeigen, dass die mit der Kopflast zusammenhängende Differentialüberdosierung zwischen 1% für Materialien mit relativ konstanter Dichte und 15-20% für Pulver und andere Materialien, deren Dichte sich wesentlich ändern kann, liegt.

Die bevorzugte Lösung zu diesem Problem beginnt mit der Feststellung der Beziehung zwischen Systemgewicht und Materialdichte innerhalb des Dosierer-Messbereichs. Wenn diese Beziehung bekannt ist, braucht die Dosiergeschwindigkeit während des Nachfüllvorgangs nicht konstant gehalten zu werden, sondern kann so gleichmässig reduziert werden, dass eine Überdosierung vermieden wird und die Dosierleistung über die gesamte Nachfüllphase erhalten bleibt. Um die grösstmögliche Dosiergenauigkeit während der Nachfüllphase zu gewährleisten, hat Coperion K-Tron ein Konzept

entwickelt, das Nachfüll-Array genannt wird und erlaubt, dass die Dosiergeschwindigkeit allmählich während des Nachfüllens angepasst wird, um die Auswirkung der Materialdichteschwankungen auszugleichen, die innerhalb des Dosierbereichs auftreten, während sich das Trichtergewicht erhöht.

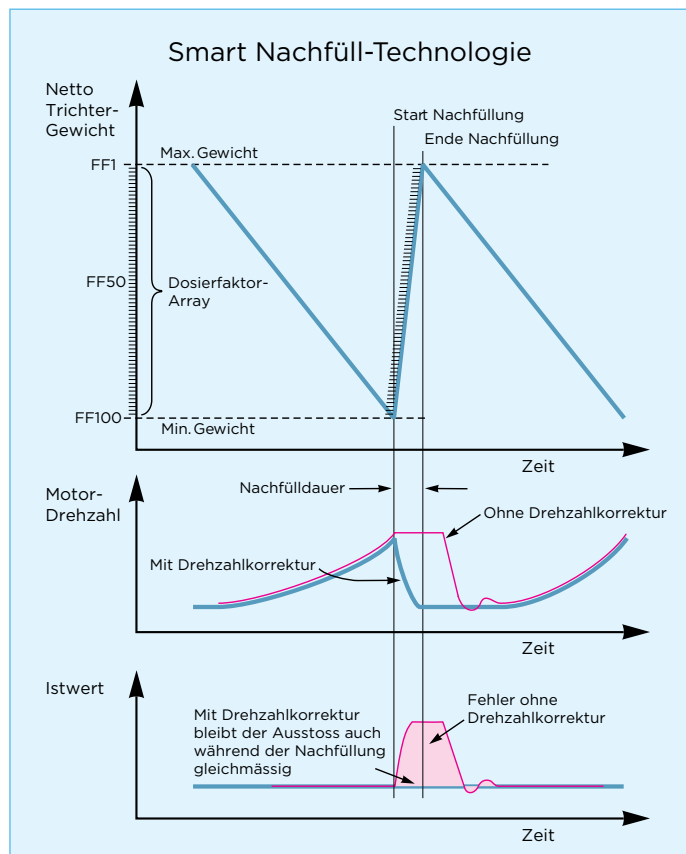
Während des Nachfüllens wird die Dosiergeschwindigkeit durch einen Index-Array aus so genannten Dosierfaktoren bestimmt. Diese Werte sind auf die Materialdichte und das mechanische Verhalten innerhalb des Dosiergeräts abgestimmt. Sie werden während der gesamten gravimetrischen Dosierphase unverzüglich vor jedem Nachfüllvorgang berechnet und gespeichert. Auf der Grundlage des ansteigenden Trichtergewichts vor dem Nachfüllvorgang kann die Materialdichte innerhalb des Dosierbereichs abgeleitet und eine Dosiergeschwindigkeit verwendet werden, die ihrem Dosierfaktor-Array-Wert entspricht. Auf diese Weise bleibt die Dosiergenauigkeit während der kurzen Nachfüllphase erhalten, und sobald das Nachfüllen abgeschlossen ist, kann ein gleichmässiger Übergang zum gravimetrischen Betrieb erfolgen.

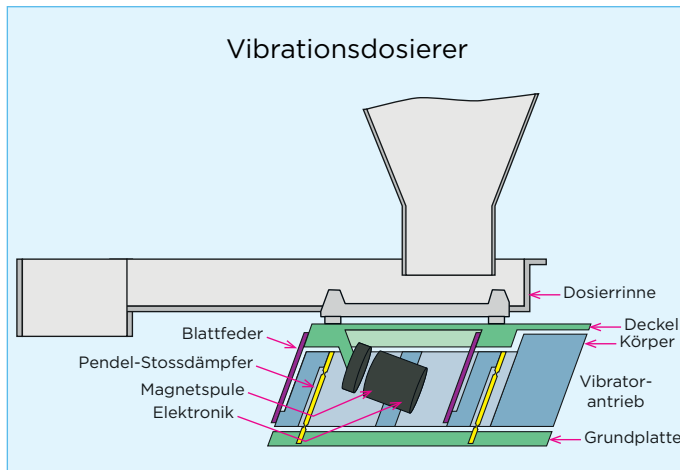
7 Moderne Vibrationsdosierung

Die neueste Generation der Vibrationsdosierer nimmt mit der digitalen 3-Schleifen-Vibrationsregelung eine Vorreiterrolle ein. Die komplett überarbeitete und modernisierte Steuerung führt zusammen mit der fortschrittlichen mechanischen Konstruktion zu einer Verbesserung der Genauigkeit um durchschnittlich 35% bei gleichzeitig höherem Bedienkomfort. Damit setzt diese neue Linie von Vibrationsdosierern mit ihren zum Patent angemeldeten Technologien in ihrer Klasse weltweit neue Massstäbe.

Bei der Vibrations-Differentialdosierung regelt das System die Bewegung der Rinne, um Material zum Auslauf zu fördern. Die Vibrationssteuerung der K3-Linie ist nicht nur voll digital, sondern auch vollständig in die Antriebsschaltung integriert. Basierend auf den Daten eines Beschleunigungssensors wird die aktuelle Auslenkung berechnet und präzise nachgeregelt. Erstmals wird die Auslenkung im Werk kalibriert und im Antrieb gespeichert. Sobald der Antrieb an die Steuerung angeschlossen wird, ist keine weitere Parametrierung notwendig. Änderungen der vibrierenden Masse (z.B. beim Wechsel der Rinne) werden automatisch erkannt und korrigiert. Weiter wird aus den Daten des Beschleunigungssensors kontinuierlich die Resonanzfrequenz errechnet und nachgeregelt. In einem dritten Regelkreis wird der Spulenstrom ständig überwacht und 25.000 Mal pro Sekunde so geregelt, dass er einer Sinus-Welle folgt. Dadurch werden harmonische Frequenzen vermieden, was zu einem gleichmässigeren Materialfluss, weniger Lärm und einer höheren Antriebseffizienz führt und der Energiebedarf minimiert. Verglichen mit einem Schneckendosierer sinkt die benötigte Energie zum Dosieren von freifliessendem Produkt um etwa den Faktor 20.

Die Bewegung des Materials entlang der Rinne kann als eine Reihe von Sprüngen entlang der Rinnenlänge beschrieben werden. Diese Bewegung wird durch die Vibrationsrinne generiert, die das Material nach vorne wirft. Die Entfernung zwischen den Sprüngen wird





durch den Rinnenversatz bestimmt und die Frequenz (Anzahl von Sprüngen pro Sekunde) hängt von der Oszillationsfrequenz der Rinne ab. Daher ist die tatsächliche Bewegung des Materials eine Kombination aus dem Rinnenversatz und der Rinnenfrequenz. Um die Schwingungen des Antriebs von der Basis zu entkoppeln, werden traditionell Federelemente verwendet. Deren Elastizität lässt jedoch Bewegungen in verschiedene Richtungen zu. Die Rinne bewegt sich nicht nur parallel, sondern findet auch Nickbewegungen statt, wodurch das Produkt entlang der Rinne unterschiedlich weit geworfen wird und die erreichbare Genauigkeit sinkt. Anstelle von Federelementen wird ein Parallelogramm aus Pendeln verwendet, das Vibrationen in Antriebsrichtung absorbieren kann, alle anderen Freiheitsgrade jedoch einschränkt. Damit wird eine Nickbewegung verhindert, es gibt kein Umschichten mehr und der Massenstrom kann verzögerungsfrei angepasst werden. Die deutlich schnellere Korrektur von Abweichungen im Produktaustrag führte bei Versuchen mit verschiedenen Materialien und Massenströmen zu einer durchschnittlich 35% besseren Genauigkeit.

Eine weitere Herausforderung sind die Anforderungen an die Reinigungsfähigkeit und das Hygienesdesign. Um Vibrationen zu ermöglichen, sind Trennstellen erforderlich. Das Abdichten dieser Trennstellen zur Verbesserung der Hygiene führt zu einer Dämpfung der Vibrationen. Als Lösung wurde eine Silikonabdeckung entwickelt, die nicht nur Trennstellen verschliesst, sondern auch den gesamten Antrieb umhüllt und die Kabelverschraubung nahtlos integriert. Die Rinnen sind in geschlossener und offener Ausführung erhältlich und auch für den Kontakt mit Lebensmitteln geeignet, wobei die geschlossene Version über einen Deckel verfügt, der mit Klammern in Position gehalten wird und schnell entfernt werden kann. Die Rinne kann so mit wenigen Handgriffen demontiert werden. Dies führt zu einer Zeitersparnis bei der Reinigung und beim Produktwechsel.

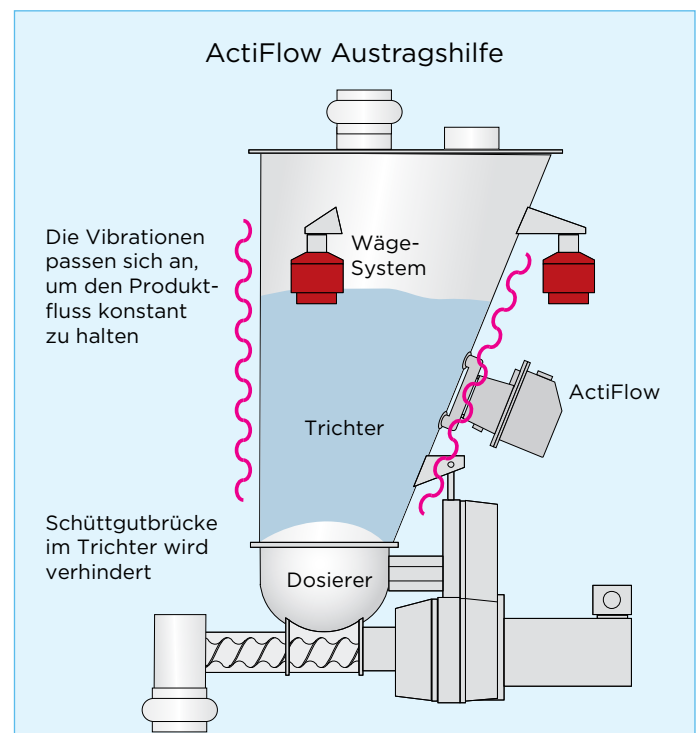
Der Antrieb ist in drei verschiedenen Grössen erhältlich. Auch eine pharmazeutische Version ist verfügbar, bei welcher die Rinne aus einem Rohr besteht, das sehr einfach zu reinigen und durch die Tri-Clamp-Verbindungen dicht verschlossen ist. Die neue K3-Linie ist für verschiedene Explosionsschutzklassen wie ATEX, IECEx und NEC zertifiziert und kann ohne zusätzliche Installation wie z. B. eine Luftspülung sicher betrieben werden.

8 Dosier- und Förderlösungen

Im Verlauf von über 70 Jahren Erfahrung in der Dosiertechnologie mit über 13000 Prozessmaterialien weltweit hat Coperion K-Tron die grösste verfügbare Auswahl an Dosier- und Materialverarbeitungs- und Materialaufbereitungslösungen entwickelt. Heute führt Coperion K-Tron die modernste Materialverarbeitung mit praktischen Innovationen wie dem PowerSphere-Dosiertrog für eine optimale Schneckenfüllung weiter.

Um ein grosses Materialspektrum effektiv und zuverlässig dosieren zu können, hat Coperion K-Tron ein umfassendes Sortiment aus Schneckengrössen und Schneckengeometrien entwickelt, die alle ihre eigenen Fähigkeiten zur Bearbeitung eines bestimmten Materialtyps bei einem spezifischen Drehzahlbereich besitzen. Jede Schneckenkonstruktion wird für eine Reihe von Durchmesser und Steigungen angeboten, um beinahe alle gewünschten Dosierbereiche abzudecken.

Besondere Beachtung verdient die grundlegende Unterscheidung zwischen den Materialbearbeitungsfähigkeiten der Doppelschnecken gegenüber denen der Einzelschnecken. Wo die beiden Schnecken ineinander greifen und gemeinsam rotieren, bilden sich relativ abgedichtete, nach vorne bewegte Materialtaschen. Die Doppelschnecke arbeitet daher wie eine Verdrängerpumpe, die zuerst schießende oder schwer fließende Materialien erfasst und dann ihre Förderung erzwingt. Ein zusätzlicher Vorteil ist die selbstreinigende Eigenschaft der Schnecken, die dabei hilft, die Schneckenoberflächen sauber und frei von Ablagerungen zu halten. Einzelschnecken auf der anderen Seite haben diese Verdrängungs-Pumpwirkung nicht und werden daher nicht für schießende oder klebrige, schwer fließende Materialien empfohlen.



Der PowerSphere-Dosiertrog wurde entwickelt, um eine sehr gleichmässige Schneckenfüllung zu erreichen, indem bei den meisten Materialien ein horizontales Rührwerk eingesetzt wird, um eine gute Schneckenfüllung zu erzielen. Durch die konsistente Füllung der Schnecken unabhängig vom Schneckenkopfdruck sind weniger und kleinere Anpassungen der Schneckendrehzahl erforderlich und die Genauigkeit wird erhöht. Das einzigartige Halbkugeldesign dient dazu, den Materialdruck direkt oberhalb der Schnecken zu regulieren, ungeachtet dessen, ob der Trichter voll oder leer ist.

Der «Quick Change/Clean»-Dosierer von Coperion K-Tron ist ein vielseitiges Modell, das austauschbare Doppelschnecken (T35)- und Einzelschnecken (S60)-Trog/Schneckenätze anbietet und einen schnellen und einfachen Austausch erlaubt, wenn Materialien bei kurzen kundenspezifischen Läufen gewechselt werden.

Coperion K-Tron bietet eine Auswahl an Trichterdesigns und Rührmethoden für die Bearbeitung schwieriger Materialien an. Klebrige, schwer fließende oder verdichtende Materialien können ein Rührwerk im Trichterbereich erfordern, um den Materialfluss zu unterstützen, das Material auf eine grob konsistente Dichte vorzubereiten und eine gleichmässige Schneckenfüllung zu gewährleisten – alles Faktoren, die für eine optimale Dosiergenauigkeit insbesondere bei kurzen Zeitintervallen notwendig sind. Für diese Materialien umfassen die erhältlichen Optionen den Einsatz eines Vertikalrührwerks in Kombination mit dem horizontalen Rührer, eines vollständigen vertikalen Rührwerks (welches den horizontalen Rührer überflüssig macht) oder des Coperion K-Tron ActiFlow, welcher die Brückenbildung von schwer fließenden Materialien im Trichter ohne Produktkontakt zuverlässig verhindert.



Systemlösungen aus einer Quelle

Individuelle Dosiergenauigkeit ist nur ein Faktor in der Leistungsgleichung. Das gesamte verfahrenstechnische System muss zusammenwirken, um ein qualitativ hochwertiges Endprodukt zu produzieren. Coperion K-Tron bietet durch die Integration von Coperion K-Tron Vakuumfördersystemen in die SmartConnex-Dosiergerätsteuerungen ein nahtloses Nachfüllen des Dosiergeräts. SmartConnex-Dosiersteuerungen bieten Coperion K-Tron Control Module (KCM) mit eingebauten SmartLink-Karten; für die meisten Fabrik-SPS eine einfache Kommunikationslösung. Darüber hinaus kann Ihnen die Coperion K-Tron Systems Engineering Gruppe komplette Materialbearbeitungssysteme liefern.

Jüngste Umfragen haben gezeigt, dass die Unternehmen der Verfahrenstechnikindustrie es vorziehen, integrierte Lösungen anstelle von einzelnen Ausrüstungsteilen zu kaufen, die für das Zusammenwirken weiteres Engineering benötigen. Das Angebot von Coperion K-Tron geht über Dosiergeräte und Vakuumförderer hinaus bis zur Konstruktion, Lieferung und Garantie für komplette Materialbearbeitungssysteme.

Die Systems Engineering Group von Coperion K-Tron kann Ihnen dabei helfen, alle Teile Ihres Dosiersystem-Puzzles zusammenzusetzen. Coperion K-Tron ist mit mehr als 35 Jahren Erfahrung bei der Bereitstellung kompletter Dosiersysteme für das gesamte Spektrum der Verfahrenstechnikindustrien der Zulieferer für Dosiersysteme. Von Lagertrichtern bis zu Stützstrukturen und von FIBC zu SPS kann Ihnen Coperion K-Tron alles liefern, was zu Ihrem Dosiersystem gehört, und dies mit Qualitätskonstruktion und vollständigem Kundendienst – alles ökonomisch und zuverlässig aus einer einzigen Bezugsquelle: Coperion K-Tron.

