

Von Mikro bis Makro

Pharmagerechte Dosierung von Schüttgütern

Norbert Gebel, Dipl.-Ing. (FH), Sparte Pharma & Food,
Hosokawa Alpine AG

Die erforderlichen Förderraten bei Dosierern in pharmazeutischen Entwicklungslabors unterscheiden sich grundsätzlich von den Förderraten der Dosierer, die in der späteren Produktion eingesetzt werden. Durch ein einfaches Skalieren eines Mikrodosierers für kleine Förderraten auf einen Makrodosierer, der die Förderraten in der Produktion abdeckt, sind die vielfältigen Forderungen der Pharmaindustrie nicht zu erfüllen. Um eine präzise Dosierung bei hoher Reproduzierbarkeit und anschließendem geringen Materialrückstand zu gewährleisten, muß vielmehr jede Applikation gesondert betrachtet werden. Zusätzliche pharmaspezifische Forderungen einer GMP-gerechten Gestaltung, einer guten Reinigbarkeit, die Forderung der Sterilisierbarkeit in einem Autoklaven, der Einsatz im explosionsgefährdeten Bereich, eine eventuelle gravimetrische Dosierung oder die Anpassung der Schneckengeometrie und des Vorlagebehälters sind nur einige Punkte, die je nach Anforderung individuell betrachtet werden müssen.

1. Dosierung von Kleinstmengen

Eine Kundenforderung aus der Praxis:

- Batches von 20 bis 450 g
- Förderraten von 1 bis 50 g/min (Schüttgewicht ca. 500 g/l)
- Gleichförmigkeit der dosierten Menge nach dem Justieren auf den gewünschten Sollwert im Bereich von +/- 5 Prozent:
Sollwert 1 g/min; Akzeptanzbereich 0,95 bis 1,05 g/min
Sollwert 10 g/min; Akzeptanzbereich 9,5 bis 10,5 g/min
- Materialrückstand < 2 g (Referenzmessung mit Lactose)
- Einfache Demontage und Bedienung

Fachbeitrag

6



Abb. 1: Pharma-Mikrodosierer PMD als Stand-Alone-Gerät

Bei der Entwicklung von neuen pharmazeutischen Produkten sind oft minimale Förderraten von bis zu 1 g/min erforderlich. Dabei soll das Dosiersystem immer noch in der Lage sein, die verschiedensten Produkte mit den unterschiedlichsten Fließeigenschaften, Schüttdichten und Partikelgrößen zuverlässig und gleichmäßig zu fördern. Der Pharma-Mikrodosierer PMD ist für Kleinstmengen von ca.

0,12 bis 6 l/h ideal geeignet.

Es gibt ein ausgeprägtes Anforderungsprofil, das ein solcher Mikrodosierer bei Einsatz im Pharmabereich zu erfüllen hat. Im Wesentlichen sind das:

- minimalster Materialrückstand
- präzise Dosierung (kontinuierlich oder getaktet) von Kleinstmengen
- hohe Reproduzierbarkeit
- einfache Demontage produktberührter Teile
- cGMP-konformes Design
- Werkstoffauswahl und Oberflächenqualität entsprechend den Anforderungen aus dem Pharmabereich

Wie soll ein Dosiergerät nun aber aussehen, das diese Forderungen erfüllen kann? Zunächst ein paar grundsätzliche Gedanken, die bei der Konzipierung des Mikrodosierers im Vordergrund standen:

1.1 Steile Anordnung

Generell haben sich bei den marktüblichen Dosierern zwei Varianten ausgebildet. Zum einen die Dosiergeräte bei denen die Schneckenwendel unterhalb des Vorratsbehälters horizontal angeordnet ist. Zum anderen Dosiervorrichtungen bei denen die Schnecke vertikal in einem rotationssymmetrischen Dosierbehälter positioniert ist und konzentrisch von einem Rührer umgeben wird. Bei einem Dosierer mit horizontal angeordneter Schneckenwendel bleibt im Schneckentrog immer Produkt zurück. Bei der Dosierung von wenigen Gramm wäre das keine tolerierbare Lösung. Daher sollte die Schneckenwendel bei einem Mikrodosierer eher steil angeordnet sein. Horizontale Flächen im produktberührten Bereich sollen vermieden werden. Alle schräg angeordneten produktberührten Flächen sollen von einem Rührer mit geringem Spalt bestrichen werden.

1.2 Rührer und Schnecke exzentrisch zueinander

Die Anordnung des Rührers zur Schneckenwendel ist die nächste wichtige Frage: Bei Schneckendosierern mit vertikaler Schneckenwendel und gegenläufig konzentrisch angeordnetem Rührer dreht sich eine Welle in der anderen. Der Dosierbehälter ist dann zumindest im Bereich des Schneckenauslaufs rotationssymmetrisch ausgeführt. Beobachtungen aus der Praxis zeigen aber folgendes: Bei schwer fließfähigen Schüttgütern kommt es bei rotationssymmetrisch ausgestalteten Dosierbehältern mit vertikaler Schnecke und konzentrischem Rührer häufig dazu, daß der Rührer das Material nicht durchmischt und der Schnecke zuführt, sondern dass er es im Kreis um die Schnecke bewegt, so dass die Materialzu-

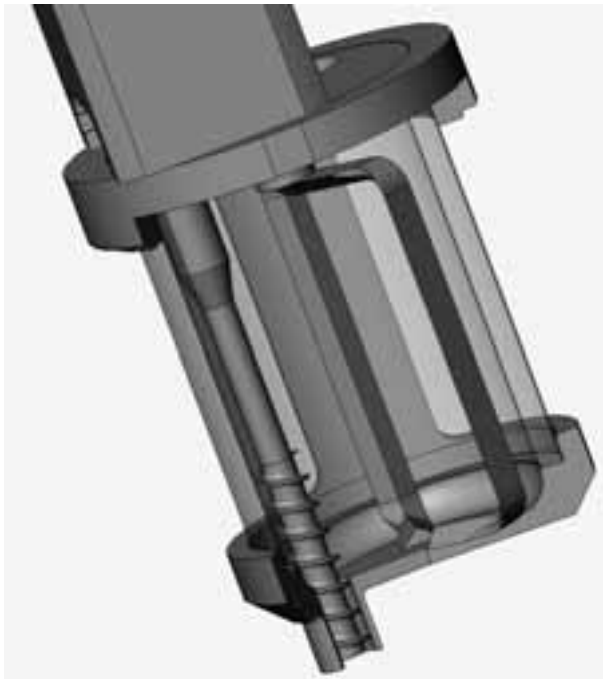


Abb. 2: Rührer und Schnecke exzentrisch zueinander

fuhr zur Dosierschnecke und damit die Dosierung unterbrochen ist. Beim Pharma-Mikrodosierer PMD ist die Schneckenwelle deshalb nicht konzentrisch zum Rührer angeordnet, sondern exzentrisch. Rührer- und Schne-

ckenwelle sind getrennt gelagert. Die Schnecke hat dabei minimalen Abstand zur Wandung des Dosierbehälters. Die Schneckengänge reichen vom Dosierbehälter bis in das Dosierrohr. Der konzentrisch zum Dosierbehälter angeordnete Rührer führt eine oszillierende Bewegung aus. Der Rührer ist zweiarstig ausgeführt und hat ein hakenförmiges Design, so daß er möglichst wand- und bodennah im Dosierbehälter geführt werden kann. Dabei bewegt er sich mit seinem Arm bis kurz vor die Schneckenwendel und transportiert dabei Material vor sich her, um sich dann wieder in die entgegengesetzte Richtung zu drehen. Selbst bei schlecht fließenden Produkten ist es damit nicht möglich, daß das Produkt im Kreis gedreht wird. Eine Zuführung vom Produkt zur Schnecke ist immer gewährleistet.

1.3 Einfache Demontage

Durch die Wellendichtringe werden die Wellen von Rührer und Schnecke gegenüber dem Deckel und der Umgebung abgedichtet. Die Wellendichtringe sind in der oberen Wandung des Dosierbehälters eingebaut und können zur Reinigung auf bequeme Weise entnommen werden.

Die Ausgestaltung des Dosierers mit getrennten Wellen und Lagerungen für Rührer und Schnecke ermöglicht ein einfaches und schnelles Lösen des Dosierbehälters bzw. des Rührers und Schnecke aus dem Antriebsmodul. Rührer und Schnecke sind mittels eines Schnellsteckverschlusses in der Antriebseinheit befestigt. Die beiden Module Produktbehälter und Antrieb sind durch eine zentrale Verriegelungsmechanik miteinander verbunden. Das Öffnen und Verriegeln erfolgt über einen Bügel.

Das Antriebsmodul besteht aus einem bürstenlosen Gleichstrommotor (24 V DC, 20 W, IP 65) mit integrierter Regelelektronik einschließlich Drehzahlerfassung und dem Getriebe (Verstellbereich 1:20).

1.4 Werkstoffauswahl und Oberflächenqualität

Neben dem cGMP-konformen Design ist die Werkstoffauswahl und Oberflächenqualität für ein hygienisches Arbeiten mit dem Dosierer entscheidend. Dabei ist zu beachten, dass die Hauptanforderungen an den Werkstoff in den meisten Fällen nicht vom zu fördernden Produkt selbst, sondern von den eingesetzten Reinigungsmitteln bei Anwendungstemperatur gestellt werden. Um höhere Resistenz gegenüber im Pharmabereich üblichen Lösungsmitteln zu haben, sind produktführende Komponenten in Edelstahl AISI 316 L ausgeführt. Der transparente Produktbehälter ist aus Borosilikatglas. Die Oberfläche wird standardmäßig auf $Ra < 0,8 \mu m$ geschliffen und elektropoliert. Produktberührte Komponenten wie Dichtplatte und Auslaufblock sind jeweils Monoblockteile. Die Schweißnaht am Rührer ist spaltfrei geschweißt und blechen geschliffen. Die produktberührten Teile sind autoklavierbar.

Je nach Applikation sind verschiedene Optionen zusätzlich auszuwählen. Zum Beispiel: Die Höhenverstellung des gesamten Dosierkopfes, alternative Schnecken geometrien (Vollblatt-/Spiral-/Konkavprofil) und die Größe des Einlauftrichters.



Abb. 3: Pharma-Mikrodosierer PMD in einem Isolator

Bei der Förderung von Kleinstmengen gut fließender Produkte werden auch Dosierinnen eingesetzt. Charakteristisch für die Pharma-Dosierinne PDR ist die hohe Schutzart IP 65. Die Zufuhrinne ist auf zwei Bolzen geklemmt, die die Vibrationsschwingungen des Längsvibrators übertragen. Die beiden Faltenbälge dichten Bolzen und Gehäuse ab. Die Förderrate kann sowohl über den Abstand zwischen Aufgabetrichter und Zufuhrinne, als auch über die Vibrationsfrequenz eingestellt werden. Die Steuereinheit kann als separates Gerät (Stand-



Abb. 4: Pharma-Dosierinne PDR

Alone) aufgestellt oder im anlagenseitigen Schaltschrank eingebaut werden. Die Pharma-Dosierinne PDR ist GMP-konform ausgeführt und die produktberührten Teile der Maschine sind leicht ohne Werkzeug zerlegbar.

2. Dosierung in der Produktion

Eine Kundenforderung aus der Praxis:

- Batches von ca. 50 kg
- Förderraten von 12 kg/h (Schüttgewicht 500 g/l)
- Gravimetrische Dosierung: Dosiergenauigkeit < 1 Prozent (Referenzmessung mit Lactose, bei Förderrate 12 kg/h)
- Minimaler Materialrückstand
- Einfache Demontage und Bedienung

Der Leistungsbereich des Makrodosierers liegt zwischen ca. 2 und 600 l/h und wird durch verschiedene Schneckendurchmesser, Schneckenprofile (Konkav und Vollblatt) und Steigungen realisiert. Die generelle äußere Form und die Hauptabmaße bleiben dabei stets erhalten.



Abb. 5: Pharma-Doppeldosierschnecke PDD

2.1 Modularer Aufbau

Der Makrodosierer besteht aus drei Modulen: Produktbehälter, Lagerungseinheit und Antriebseinheit. Die Module sind jeweils durch eine zentrale Verriegelungsmechanik miteinander verbunden. Das Öffnen bzw. Verriegeln erfolgt durch einen Bügel. Nach Dosierung eines pharmazeutischen Produktes ist es nun wünschenswert die Demontage produktberührter Teile von einer Seite vornehmen zu können ohne vorher andere nicht produktberührte Komponenten zerlegen zu müssen. Beim vorgestellten Makrodosierer kann die komplette Demontage von der Vorderseite des Dosierers vorgenommen werden. Ohne vorherige Demontage von Schneckenwendel und Rührer können hintereinander Produktbehälter und Lagerungseinheit (inkl. Schneckenwendel und Rührer) demontiert werden. Schneckenwendel und Rührer sind werkzeuglos zu entnehmen. Der Rührer ist dabei aus dem Schnellsteckverschluss zu lösen, die beiden Schneckenwendeln müssen mit einem Handdreh aus

dem Bajonett gedreht werden. Der Produktbehälter ist einlaufseitig mit einem Schutzgitter ausgerüstet, das aus Gründen der Unfallverhütung nur mittels Werkzeug montiert bzw. demontiert werden kann.

2.2 Langer Schneckeneinlaufbereich

Pharmazeutische Produkte sind oft recht klebrig und neigen zur Ansatzbildung. Je kleiner die Batchgröße, desto dringender ist die Forderung nach minimalem Materialrückstand. Eine gängige Lösungsmöglichkeit ist der Einbau eines Rührwerks oberhalb der Schneckenwendeln. Damit lässt sich die Gefahr einer Brückenbildung über den Schnecken minimieren und eine optimale Füllung der Schnecke oftmals gewährleisten. Beim Makrodosierer kann das Horizontalrührwerk rotierend oder oszillierend arbeitend ausgeführt werden. Des Weiteren ist der Abstand vom Rührer zur Behälterwand so gering wie möglich zu halten. Die Wandung des Produktbehälters sollte möglichst steil sein, damit das Produkt entweder von selbst oder mit Hilfe des Rührers in Richtung Schnecke fließen kann. Je größer der Schneckeneinlaufbereich ist, desto weniger Produkt bleibt im unteren Bereich des Produktbehälters nach Ablauf der Charge liegen. Der Produktbehälter wird aus dem Vollen gefertigt. Damit ist von Beginn an die Gefahr ungünstiger Hinterschneidungen oder mangelhaft ausgeführter Schweißnähte eliminiert. Darüber hinaus ist dadurch eine flexible Ausgestaltung des Schneckentroges und damit des Schneckeneinlaufbereiches möglich. Beim vorgestellten Makrodosierer dehnt sich der Schneckeneinlaufbereich nahezu über die gesamte Länge des Produktbehälters. Auf den einen Seiten bleibt wegen der fast vertikalen Fläche kaum Material zurück und die restlichen Flächen werden vom Rührer überstrichen. Entweder durch Schwerkraft oder mittels Rührer wird dann das

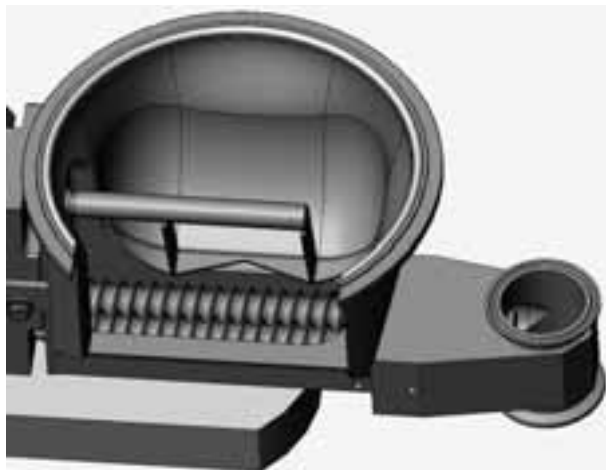


Abb. 6: Pharma-Doppeldosierschnecke mit langem Schneckeneinlaufbereich

Produkt über den langen Schneckeneinlaufbereich problemlos den Wendeln zugeführt. Je nach Produktcharakteristik und Applikation können auch Vibratoren oder Fluidisierungsdüsen, die mittels eines Gasimpulses Wandungen abreinigen, als eine Lösungsmöglichkeit zur Minimierung des Materialrückstandes in Betracht gezogen werden.

2.3 Abdichtung zur Lagerungseinheit

Ein häufig diskutierter Punkt ist die Trennung des produktführenden Bereichs vom Rest des Dosierers. Schließlich macht es keinen Sinn, wenn die gute Reinigbarkeit der produktberührten Teile gewährleistet ist, aber nicht ausgeschlossen werden kann, daß pharmazeutisches Produkt in Bereiche gelangt, die beim späteren Reinigen unter pharmazeutischen Gesichtspunkten nicht erfasst werden. Bei den Durchbrüchen der beiden Schneckenwendeln und des Rührers zum Antrieb wurde das Prinzip der Doppeldichtung realisiert. Das heißt: Die Trennung zwischen produktführendem Bereich und Lagerungseinheit mittels Doppellippendichtungen und einem so genannten Leckageraum. Die produktseitige Doppellippendichtung verhindert den Austritt des Produktes aus dem Produktbehälter während die zweite Doppellippendichtung dafür sorgt, dass nichts von außen in die Lagerungseinheit dringen kann. Zwischen den beiden Bereichen ist ein Leckageraum vorgesehen. Sollte Produkt bei der Durchführung von Schneckenwendeln und Rührer nun in den von außen gut sichtbaren Leckageraum austreten, wäre das ein Hinweis auf defekte oder verschlissene Wellendichtringe im produktberührten Bereich. Ein mögliches Eintreten dieses Produktes in die Lagerungseinheit wird dann durch die Doppellippendichtungen der Lagerungseinheit als zweite Barriere verhindert.

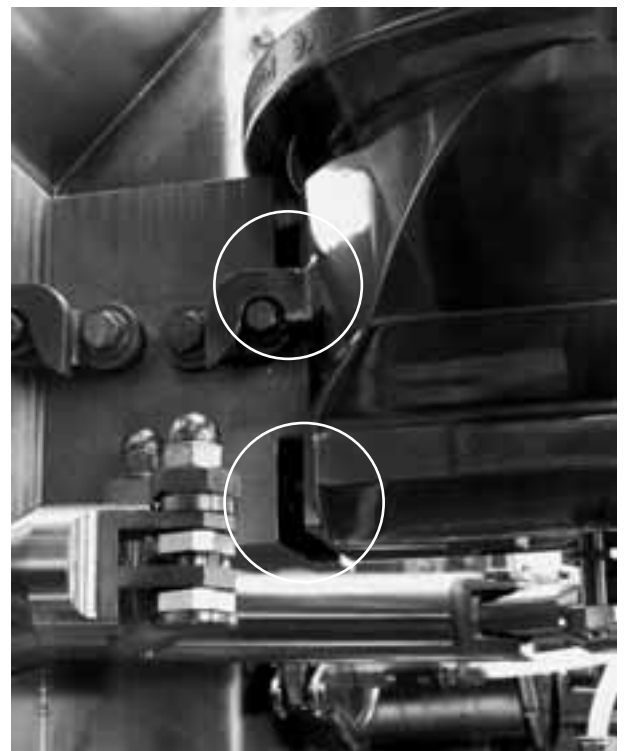


Abb. 7: Doppelte Abdichtung zur Lagereinheit

Die beiden produktseitigen Doppellippendichtungen der Schneckenwendeln werden darüber hinaus konstruktiv zur späteren Materialsäule versetzt auf einer Zwischenplatte angebracht. Durch das Fördern der

Schneckenwendeln zur gegenüberliegenden Auslassseite wird von Haus aus gewährleistet, dass sich nur wenig Produkt in Richtung produktseitiger Dichtung bewegt.

2.4 Ex, SIP, Isolator

Die Einsatzgebiete des Schneckenförderers zur Dosierung zu Mahl-, Sicht- und Mischanlagen im Pharmabereich sind ganz unterschiedlich und erfordern höchste Flexibilität. Daher hat die Pharma-Doppeldosierschnecke PDD viele Gesichter:

Im explosionsgefährdeten Bereich wird beispielsweise ein Asynchronmotor anstatt des Gleichstrommotors benötigt. Der Drehzahlnehmer wird für die definierte ATEX-Zone ausgewählt. Nach der europäischen Explosionsschutz-Richtlinie 94/9/EG (ATEX) fällt der Dosierer in die Gerätekategorie 2.

Sowohl Produktbehälter als auch Lagerungseinheit sind autoklavierbar. Eine gewünschte Sterilisierbarkeit kompletter Module (SIP, Sterilisation in Place) des Makro-

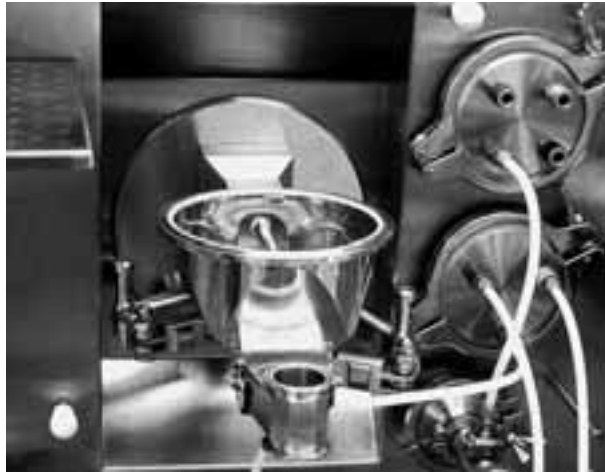


Abb. 8: Pharma-Doppeldosierschnecke in einem Isolator – montierter Zustand



Abb. 9: Pharma-Doppeldosierschnecke in einem Isolator – demontierter Zustand

dosierers in einem Autoklaven bedeutet eine weitere Variante. Es liegen dabei auch Lösungen vor, bei denen die Sterilisation im Autoklaven im zusammengebauten Zustand des Dosierers erfolgen kann.

Beim Einsatz der Dosierschnecke im Isolator kann es meist aus Platzgründen notwendig werden, die Antriebs-

einheit außerhalb des Isolators zu platzieren. Wird das Dosiergerät in einem Isolator eingebaut, so werden zwecks Bedienerfreundlichkeit die beiden Hauptbaugruppen Produktbehälter und Lagerungseinheit über Schwenkarme gehalten. Auch hier gilt: Zunächst erfolgt die Demontage bzw. das Schwenken von Produktbehälter und eventuell der Lagerungseinheit, anschließend können werkzeuglos die Schneckenwendeln und der Rührer entnommen werden.

2.5 Gravimetrische Ausführung

Um gleichbleibende, sichere Endprodukte produzieren zu können, lautet die Forderung der Pharmaindustrie: Hohe Genauigkeit und Reproduzierbarkeit. Unter Umständen ist dabei eine gravimetrische Dosierung unabdingbar. Durch die ständige Messung des Materialverbrauches und den permanenten Soll/Ist-Angleich kann die gewünschte Förderrate in engen Grenzen eingestellt werden. Die Auswirkungen von Störeinflüssen aufgrund von Eigenschaftsänderungen des Schüttgutes oder Veränderungen am Dosierorgan (z.B. durch Materialanlagerungen) werden nur durch ein gravimetrisches System automatisch erkannt und ausgeglichen. Die ständige Messung der dosierten Massen erlaubt einen direkten Nachweis der Verbrauchsmengen bei gravimetrischen Dosierern. Kalibrierungen auf den gewünschten Durchsatzbereich entfallen.

Der Makrodosierer kann auch als Differentialdosierwaage (loss-in-weight-feeder) ausgeführt werden. Dabei wird die Dosierschnecke auf eine Plattformwaage gestellt. Der Makrodosierer hat ein Eigengewicht von etwa 35 kg je nach Ausführung. Die zu dosierenden Mengen sind dabei manchmal nur wenige Kilogramm bzw. die Dosierleistung ist gering. Die Frage die sich anfänglich gestellt hat, war deshalb: Kann eine gravimetrische Dosierung mit einem Totgewicht von 35 kg ausreichend hohe Dosiergenauigkeiten und -konstanzen auch bei kleineren Batches und kleineren Dosierleistungen erreichen? Die Antwort gibt die Erfahrung in der Praxis. Zahlreiche Werte aus der Praxis mit verschiedenen Schüttgütern und verschiedenen Umgebungsbedingungen ergeben Dosiergenauigkeiten von immer < 1 Prozent. Es werden Plattformwaagen mit einer Auflösung von 30000 d eingesetzt. Als wesentliche Prozess-Einflussgrößen auf die Dosiergenauigkeit sind dabei zu nennen: Batchgröße, Nachfüllbetrieb (ja oder nein) und die Dosierleistung. Der Zusammenhang zwischen der Dosiergenauigkeit und dem vorgegebenen Sollwert der Dosierleistung stellt sich naturgemäß wie folgt dar: Je größer die Dosierleistung, desto einfacher ist die gravimetrische Regelung und umso bessere Werte für die Dosiergenauigkeit können erzielt werden.

Beispielhaft wurde bei einem Kundenversuch mit Lactose bei einer Dosierleistung von 12 kg/h eine Dosiergenauigkeit von 0,23 Prozent bei einer Dosierkonstanz von 1,62 Prozent gemessen. Die Dosierkonstanz beschreibt

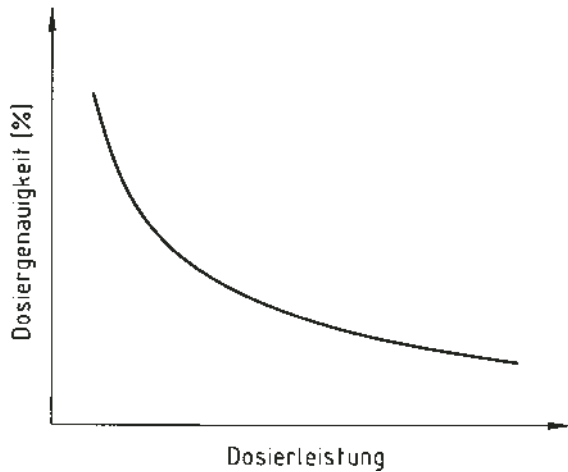


Abb. 10: Dosiergenauigkeit in Abhängigkeit der Dosierleistung

dabei das Intervall, innerhalb welchem sich die 30 Einzelmesswerte bei einer Gesamtmeßzeit von 30 Minuten zu 95 Prozent (das entspricht einem Vertrauensbereich von 2σ) befinden. Bisher ist keine Norm über die Dosiergenauigkeit, deren Überprüfung und Festlegung vorhanden. Bei der Ermittlung der Dosiergenauigkeit und -konstanz gibt es zahlreiche betriebsinterne Abweichungen der Hersteller von Dosiergeräten von der bei Namur (Arbeitsgemeinschaft) gegebenen Empfehlung. Die oben angegebene Dosiergenauigkeit und Dosierkonstanz wurde hierbei nach Namur ermittelt. Bei den Namur-Empfehlungen und -Arbeitsblättern handelt es sich um Erfahrungsberichte und Arbeitsunterlagen, die die Namur zur fakultativen Benutzung erarbeitet hat. Bei der Ermittlung der Dosiergenauigkeit und -konstanz wird ein sogenannter «offener» Prozess nachgestellt. Die Differentialdosierwaage fördert dabei «offen» auf eine Kontrollwaage von der die Messwerte genommen werden.

In der Praxis sieht es dabei meist anders aus. Die Differentialdosierwaage wird in die Anlage so eingebunden, dass Verbindungen an Ein- und Auslauf des Dosierers notwendig werden. Kraftnebenschlüsse müssen bei einer gravimetrischen Dosierung vermieden werden. Wird der Makrodosierer als Differentialdosierwaage in ein nach außen geschlossenes Anlagenschema integriert, so müssen Kompensatoren eingesetzt werden. Bei der Konstruktion der flexiblen Verbindung wurde dabei auf ausreichende Stabilität gegenüber Unter- und Überdruck genauso geachtet, wie auf die Minimalisierung der axialen Kraftaufnahme. Bei der Optimierung geholfen haben auch Finite-Elemente-Programme. Entwickelt wurde ein Kompensator, der innerhalb eines Bereichs von wenigen Millimetern nahezu keine Längskräfte aufnimmt. Der Kompensator ist natürlich FDA-konform und, da aus Silikon oder alternativ EPDM, resistent gegen die meisten Lösungsmittel.

Die Umsetzung einer gravimetrischen Dosierung in einem Isolator stellt eine besondere Herausforderung dar. Die Wägeeinheit sollte für eine genauere Messung außerhalb des Isolators aufgestellt werden. Der Isolator wird je nach Applikation im leichten Über- oder Unterdruck betrieben. Zeitlich und örtlich unterschiedliche Belastungen auf die Wägeeinheit durch verschieden

starke Luftströmungen und -drücke im Isolator, je nachdem wie sich beispielsweise die Handschuhwiderstände im Isolator gerade darstellen, würden die Regelung unnötig erschweren und negativen Einfluß auf die Dosiergenauigkeit haben. Zumeist muß aber aus Platzgründen der gravimetrische Part sowieso außerhalb des Isolators angebracht werden. Besonderes Augenmerk gilt bei dieser Aufstellungsvariante dann den eventuellen Kraftnebenschlüssen an den Durchbrüchen bzw. der möglichst reibungslosen Kraftübertragung auf die Wägeeinheit über ein Gelenk.

Produktbehälter und Lagerungseinheit befinden sich innerhalb des Isolator-Arbeitsraumes. Die Entkopplung zur nachfolgenden starren Komponente erfolgt über einen Kompensator. Am Durchbruch an der Isolatorwand arbeitet eine flexible dünne Manschette, die die Verbindung zwischen Isolatorwand und Dosiererflansch darstellt. Die Antriebseinheit befindet sich außerhalb des Isolator-Arbeitsraumes. Das Gewicht des Dosierers inklusive Produktgewicht wird über ein Gelenk auf die Wägezelle übertragen.

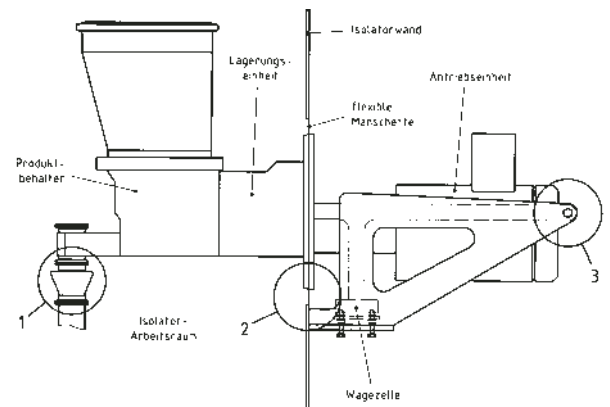


Abb. 11: Gravimetrische Ausführung in einem Isolator

- Stelle 1: Entkopplung mittels Kompensator
- Stelle 2: Entkopplung an Isolatorwand mittels flexibler Manschette
- Stelle 3: Kraftübertragung auf Wägezelle über Gelenk

Störungen auf die Differentialdosierwaage wie Schwingungen oder Vibrationen werden durch Filterfunktionen in der Wägeelektronik direkt ausgeglichen. Treten kurze ruckartige Störungen auf oder stört ein Bediener das Wägesystem durch Unachtsamkeit so kann das zur Folge haben, dass die Schneckendrehzahl sehr stark zu schwanken beginnt – manchmal sogar von Minimal- bis Maximaldrehzahl – bevor sie sich wieder nahe des Sollwertes einpendelt. Mit Hilfe der Flusswertbegrenzung kann dieses Problem umgangen werden. Die Flusswertbegrenzung stellt ein Toleranzband um die gewählte Dosierleistung herum dar. Selbst bei größeren Störungen bleibt der Durchsatz nahe des vorgegebenen Sollwertes.

Die Kompression des pulverförmigen Schüttgutes variiert während des Dosierprozesses. Insbesondere bei

Produkten mit höherer Schüttdichte und bei größerer Vorlage im Produktbehälter ist die Kompressionskorrektur recht dienlich. Dabei wird während des gravimetrischen Betriebs die Abhängigkeit des elektrischen Stellwertes zum Masseaustrag ermittelt. Während des Nachfüllprozesses, wo in den volumetrischen Betrieb umgeschaltet wird, wird nun diese Abhängigkeit berücksichtigt.

Die hier vorgestellten Dosiergeräte für die Dosierung kleinster bis größerer Mengen haben sich in den vergangenen drei Jahren vielfach im praktischen Einsatz bewährt. Durch immer neue ganz spezifische Anforderungen war eine stete Anpassung der Dosiergeräte an die jeweilige Applikation notwendig. Nur durch diese Flexibilität konnten die Vorgaben der pharmazeutischen Industrie erfüllt werden.