

Mischungsherstellung · Prozessdokumentation · Qualitätssicherung

Die qualitätsgesicherte Mischungsherstellung verlangt neben der Vorgabe und Kontrolle der Prozessabläufe auch die Vorgabe und Rückverfolgung der eingesetzten Rohstoffe. Diese Forderungen gelten sowohl für Vorprodukte als auch für Fertigmischungen. Mit den heute für die Steuerung von Chargenprozessen entwickelten Rechner- und Softwaresystemen lassen sich diese Anforderungen vollständig realisieren.

Der Produktionsprozess wird anhand der Prozess- und Prüfwerte lückenlos dokumentiert. Der Materialverwendung kann auf zwei Wegen nachgewiesen werden:

- Ausgehend vom Rohstoff ist der Verbleib von der Anlieferung bis zur Fertigmischung nachweisbar.
- Ausgehend von der Fertigmischung ist eine Rückverfolgung jedes verwendeten Rohstoffes möglich.

Process- and Material Assured Compound Production

Mixing · Process documentation · Quality assurance

Besides instruction and control of the processing quality assured mixing requires the instruction and tracing of the used materials for batches as well as for final products. Today's computer- and software systems developed for the control of batch processes fulfill these requirements completely.

The production process is fully documented by the measured process and test values. Additionally the registration and recording of all material movements within the entire production area has to be recordable in two ways:

- Every component used in the product can be traced from coming in up to the final product.
- On the other hand given the final product you can trace back each used component.

Prozess- und materialsichere Mischungsherstellung

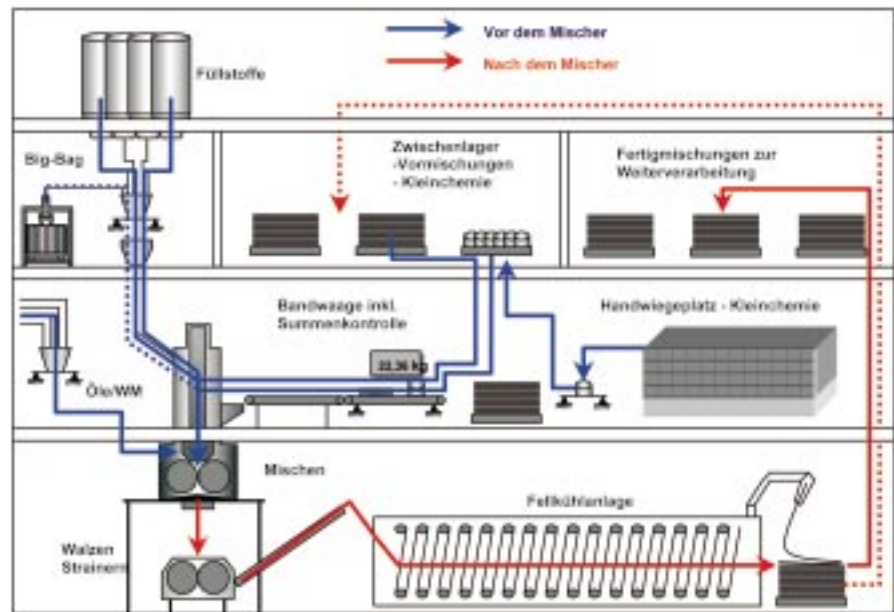


Abb. 1. Beispiel eines Mischbetriebes, Materialfluss in der Mischerei

Um den genannten Anforderungen Rechnung tragen zu können, sind zunächst die Abläufe bei der Mischungsherstellung aufzuzeichnen. Dazu gehören Informationen über den Materialfluss in der Mischerei, wo Rohstoffe befüllt, abgewogen und der Mischung zugeführt werden. Anschließend erfolgt eine Abbildung des Materialflusses auf dem Rechnersystem in Form einer dem Fließbild angelehnten Anlagenvisualisierung.

Die Steuerung des Produktionsablaufes wird als Arbeitsplan auf dem Rechnersystem hinterlegt und bei der Mischungsherstellung kontrolliert. Die Vorgabe des Materialflusses ergibt sich aus den Rezepturbestandteilen und den zugehörigen Lager- bzw. Verarbeitungsstellen. Die Kontrolle erfolgt an sogenannten I-Punkten, an denen die Materialbewegungen aufgezeichnet und gesteuert werden können. In Abb. 1 ist beispielhaft eine Mischanlage mit einem Kneiter dargestellt. Die Anlage besteht aus einer Siloanlage für Ruße, „Helle Füllstoffe“ und der Förderanlage

für Öle. Vorverwogene Chemikalien werden tlw. auf einer den Gewichten angepassten Summenwaage kontrolliert. Dazu kann manchmal auch die Bandwaage benutzt werden, die dem Abwiegen der Elastomere oder Vormischungen dient (manuell oder mittels Fellfeeder). Die Mischanlage besteht weiter aus dem Kneiter, einer Ausformwalze und der Felldürranlage mit einem Wig-Wag-System zur Ablage der Felle auf Paletten.

An den entsprechenden Rohstoffaufgabe- oder Übergabestellen (I-Punkten) sind Identifikationssysteme installiert, die eine eindeutige Verfolgung des Material- und Transportmittelumlaufes sicherstellen. Die Kennzeichnung der Rohstoffanlieferungsbehälter, der PE-Beutel, der Mischungsproben und der Mischungsfelle erfolgt in der Regel durch Etiketten mit Klartext und Barcodeaufdruck. Die Kennzeichnung der Paletten, der Transport- und Umlaufbehälter kann sowohl mit Barcode-Etiketten als auch mit elektronischen Codeträgern (Chips) erfolgen.



W. May, Nienburg

Lager-, Förder- und Abwiegesysteme

Die Lagerung und Förderung der Rohstoffe und Chemikalien kann unterschieden werden in geschlossene und offene Systeme. Groß-Komponenten, wie z. B. Ruße und helle Füllstoffe werden in der Regel in geschlossenen Siloanlagen gelagert, die über Rohrleitungen eine feste Zuordnung zu den Waagen der Mischanlage haben. Sogenannte Kleinchemikalien werden häufig manuell abgewogen. Bei einfachen KC-Abwiegeplätzen wird der Rohstoff direkt aus den Anliefergebinden entnommen. Modernere Anlagen sind mit einer größeren Anzahl von Behältern mit verriegelbaren Befüll- und Entnahmeklappen ausgestattet. Hier erfolgt eine feste Zuordnung von Rohstoff und Behälter. In den letzten Jahren sind Anlagen entwickelt worden, bei denen der Rohstoff über Dosierschnecken automatisch gefördert, abgewogen und in bedruckbare PE-Beutel gefüllt wird. Zur Vermeidung von Materialverlusten während des Transportes werden die Beutel anschließend automatisch verschweißt.

Den Abläufen entsprechend ergeben sich in Abhängigkeit der installierten Anlagen unterschiedliche Anforderungen für den Material- und Datenfluss.

Silo-Anlagen

Bei Siloanlagen ist lediglich der Befüllvorgang des angelieferten Materials zu kontrollieren. Aufgrund des geschlossenen Systems ist dann bei der Rohstoffanforderung während des Mischprozesses keine Verwechslung mehr möglich. Mittels Barcode werden die relevanten Daten anhand der Lieferpapiere gelesen. Die im Rechner-system hinterlegte Silozuordnung gibt den Förderweg von der Befüllstation bis zu

dem entsprechenden Silo frei bzw. kontrolliert den eingestellten Förderweg von der Annahmestation bis zum Silo. Der Materialzugang wird mit seinen charakteristischen Daten im Rechnersystem hinterlegt. Material- und Datenfluss:

I. Befüllvorgang:

- Erkennen des Anliefermaterials: Lieferant, Menge, Lot-Nummer, Haltbarkeitsdauer
- Freigabeschaltung zwischen der Annahmestation und dem entsprechenden Silo
- Kontrollierte Silobefüllung mit Speicherung der Rohstoffdaten, Datum, Prüftermin

II. Materialanforderung beim Mischen:

- Freigabeschaltung des Förderweges vom Silo bis zur Automatikwaage
- Fördern und Dosieren
- Automatisches Abwiegen
- Abfüllen in den Knetervorbehälter (wenn vorhanden)
- Abruf in den Knetter

Big-Bag-, Flow-Bin-, Weichmacher-Anlagen

Bei diesen Anlagen ist ebenso wie bei Silo-Anlagen die Zuordnung des Rohstoffes zur Entnahme- bzw. der Aufsetzstation zu kontrollieren und zu speichern. Nach dem Aufsetzen des Big-Bag oder des Flow-Bin ist der Förderweg bis zum Knetter geschlossen, so dass keine Materialverwechslungen vorkommen können.

Auch hier wird wie bei den Siloanlagen ein Barcode-Lesesystem zur Überwachung des Aufsetz- bzw. des Befüllvorganges bei Weichmachern eingesetzt.

Material- und Datenfluss:

I. Befüllvorgang (Abb. 2):

- Erkennen des Anliefermaterials: Lieferant, Menge, Lot-Nummer, Haltbarkeitsdauer

- Bereitstellung Big-Bag / Flow-Bin mit Speicherung der Rohstoffdaten, Datum und Prüftermin

- Einstecken Saugrüssel bzw. Aufsetzen des Flow-Bins

- Rückmelden der Saugrüsselposition bzw. der Flow-Bin-Station

II. Materialanforderung beim Mischen:

- Freigabeschaltung des Förderweges Big-Bag-Station - Automatikwaage
- weiterer Ablauf wie unter a.II.

Kleinchemikalienlagerung in Behältern

Bei derartigen Anlagen sind folgende Vorgänge zur Kontrolle und Dokumentation des Materialflusses durchzuführen.

1. Kontrolle des Befüllvorganges der KC-Behälter.

2. Zuordnung der abgewogenen Chemikalien zu den Kisten, Eimern oder Beuteln in die sie abgefüllt werden (Das Verschweißen und Kennzeichnen der Beutel mittels Barcode ist mit neuester Technologie möglich).

3. Kontrolle der abgewogenen Chemikalien vor dem Eintrag in die Mischung (Lesegerät an der Bandwaage bzw. am Zuführband).

Die Kontrolle der Befüllung erfolgt durch einen Barcode-Scanner, der das Anliefergebilde erkennt und nur die Befüllöffnung des entsprechenden Behälters der Kleinchemikalienanlage freigibt bzw. öffnet (Abb. 3). Bei der Entnahme des Materials aus dem Behälter wird nur die Klappe geöffnet in der sich das abzuwiegende Material befindet. Ein Verriegelungssystem verhindert wie bei dem Befüllvorgang das gleichzeitige Öffnen mehrerer Klappen.

Wird das Material nach dem Abwiegen in feste Gebinde wie z. B. Eimer oder Kisten gefüllt, werden diese vorher identifiziert (entweder über Barcode oder induktive Codeträger). Hier reicht es aus, dass der Behälter eine eindeutige Kennung hat (z. B. numerisch). Die Zuordnung der Materialien zu diesem Behälter erfolgt während des Abwiegevorganges und bleibt solange auf dem Rechnersystem erhalten, bis der Inhalt des Behälters in den Knetter entleert wird. Jetzt erfolgt die Zuordnung der Materialdaten zur Knetcharge. Der leere Behälter wandert anschließend zurück zur erneuten Verwendung.

Werden die Chemikalien in PE-Beutel gefüllt, können diese entweder in gekennzeichnete Behälter (Eimer, Kisten) gelegt oder mit modernen Druckmaschinen bezeichnet und anschließend verschweißt

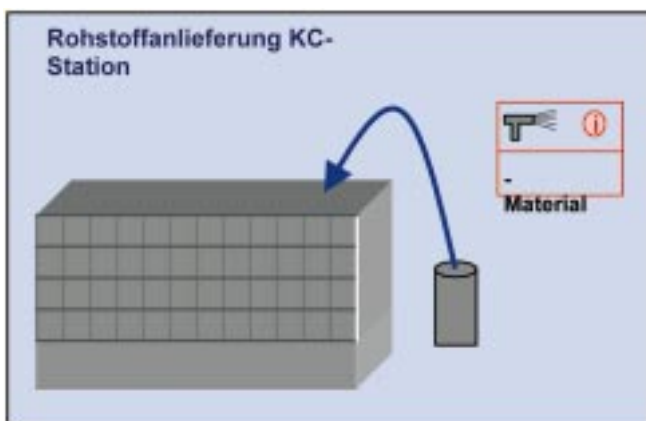


Abb. 2. Befüllung Kleinchemikalienbehälter

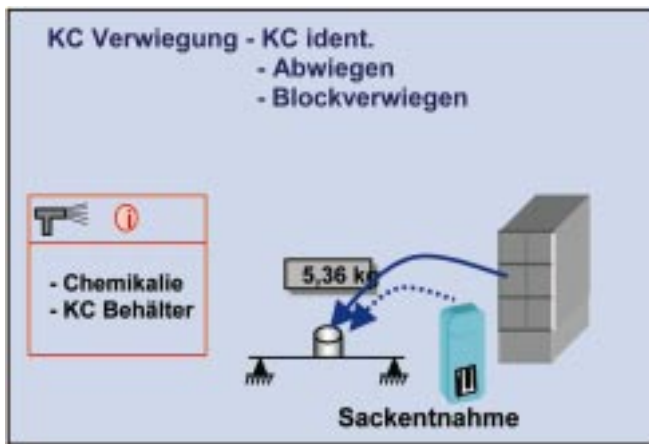


Abb. 3. Abwiegen Kleinchemikalien

werden. In letzter Zeit werden auch bedruckbare Etiketten aus niedrig schmelzendem Polyäthylen hergestellt.

In der Regel werden die Kleinchemikalien nach dem Abwiegen zur weiteren Verwendung zwischengelagert. Danach werden die auf Paletten oder in Kisten lagernden KC-Chemikalien auftragsbezogen auf der Kneterbühne bereitgestellt. Hierzu erzeugt das Rechnersystem eine Bereitstellungsliste, die ausgedruckt oder im Zwischenlager auf einem Monitor dargestellt werden kann.

Material- und Datenfluss:

I. Befüllvorgang KC-Lagerbehälter:

- Erkennen des Anliefermaterials: Lieferant, Menge, Lot-Nummer, Haltbarkeitsdauer
- Freigabeschaltung zu Öffnen der entsprechenden Befüllklappe
- Befüllen der KC-Behälter mit Speicherung der Rohstoffdaten, Datum und Prüftermin

II. Verarbeitungsvorgang:

- Freigabeschaltung zum Öffnen der Entnahmeklappe KC-Behälter
- Entnahme der Chemikalien aus dem Behälter (manuell oder automatisch)
- Abwiegen (manuell oder automatisch)
- Auf Palette bereitstellen
- Zwischenlagern
- Bereitstellen auf der Kneterbühne
- Einfüllen in den Knetter mit vorheriger Kontrolle (Beutel und Summengewicht)

Kleinchemikalienentnahme direkt aus den Anliefergebinden

Bei dieser häufig anzutreffenden Abwiegeart wird das Material in den Anliefergebinden direkt an den Wiegeplatz gestellt. Der Vorgang der Materialbereitstellung wird durch das Rechnersystem unterstützt, da der Bedarf auftragsweise arbeitsplatzbezogen ermittelt und aufgelistet wird.

Vor dem Abwiegen identifiziert der Bediener den Rohstoff (Abb. 4). Bei Übereinstimmung mit dem Rezept kann mit dem Abwiegeprozess begonnen werden.

Material- und Datenfluss:

I. Material annehmen

- Erkennen Anliefermaterial mit Übernahme Materialcode, Lot-Nummer, Prüftermin

II. Verarbeitungsvorgang

- Freigabe „Start Abwiegevorgang“
- Manuelle Entnahme des Materials aus dem Anliefergebinde
- Manuelles Abwiegen mit Speicherung und Zuordnung der Daten (Menge, Lot-Nummer, Beutel- oder Gebinde-nummer)

Der weitere Ablauf gestaltet sich wie unter c. beschrieben.

Abwiegen an der Bandwaage vor dem Knetter

Die Abwiegevorgänge an der Bandwaage erfolgen in der Regel manuell (Elastomere, Vormischungen), so dass der Vorgang dem Abwiegen von Kleinchemikalien wie unter d. beschrieben entspricht. Bei Vorhandensein eines Fellfeeders können Vormischungen auch automatisch zugeführt und abgewogen werden.

Die sich daran anschließenden Abläufe werden vom Knettersteuerungsprogramm bestimmt. Der Eintrag in den Knetter erfolgt automatisch über das Zuführband. Auf der dadurch frei gewordenen Bandwaage kann danach sofort mit den Abwiegevorgängen für die nächste Charge begonnen werden.

Material- und Datenfluss:

I. Material annehmen:

- Erkennen des zu verwiegenden Materials (Vormischungen, Elastomere)
- Erkennen der KC-Materialien

II. Verarbeitungsprozess:

- Freigabe „Start Abwiegevorgang“
- Manuelles oder automatisches Abwiegen (Kautschukspalter, Fellfeeder)
- Summenkontrollverwiegung KC-Materialien
- Automatische Zuordnung der Daten zur Knetcharge durch das Rechnersystem, dabei auch Dokumentation der Eintragsreihenfolge

Mischprozess

Vor der Mischungsherstellung werden dem Knetter prozessbestimmende Vorgaben in Form von Schrittprogrammen mit Weiterschaltkriterien oder – wie im Regelbetrieb möglich – Vorgaben in Form von Masterkurven übermittelt. Gleichzeitig werden Materialvorgaben gemäß der Rezeptur und Gebindevorgaben anhand der vorausgegangenen Arbeitsschritte (z. B. in Beutel abgefüllte Kleinchemikalien) übertragen. Die Reihenfolge des Eintrags der Materialien in den Mischer wird von dem Rezept zugeordneten Ablaufprogramm des Kneters bestimmt. Vor dem Eintrag in den Knetter werden die materialführenden Gebinde von einem Identifikationssystem am Zuführband des Kneters erkannt und der laufenden Knetcharge zugeordnet. Zur Absicherung gegen Materialverlust kann eine Summenkontrollverwiegung der KC-Chemikalien auf der Bandwaage oder einer separaten, den Ge-

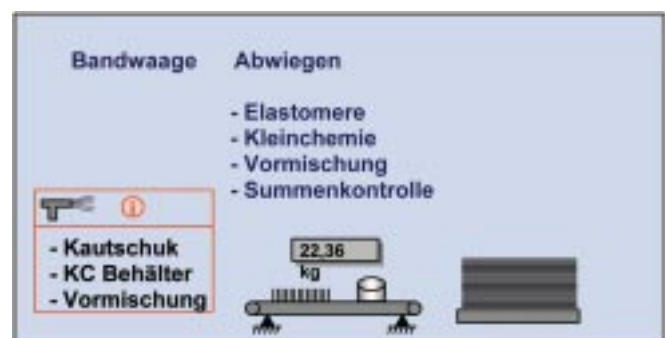


Abb. 4. Abwiegevorgänge an der Band- und Summenkontrollwaage

wichtigen entsprechenden Waage durchgeführt werden.

Während des Mischprozesses erfolgen laufend Messungen und Berechnungen zur Steuerung und Dokumentation des Mischvorganges. Die Aufzeichnungsrate der Messwerte kann vom Anwender selbst bestimmt werden. Ebenso lassen sich die zur Steuerung des Prozesses zu berücksichtigenden Parameter, Verknüpfungen (Und / Oder - Verknüpfungen) und andere mathematische Funktionen vom Anwender bestimmen. Zusätzlich zu den Messwerten werden Ereignisparameter und Materialdaten zur exakten Dokumentation des Prozesses hinterlegt.

Nach der Bearbeitung im Knetter wird die Mischung auf die Ausformwalze entlassen. Es erfolgt ein Abkühlen und ein Nachhomogenisieren der Mischung. Sollen weitere Chemikalien zugefügt werden, sind diese ähnlich wie an der Bandwaage vor dem Knetter mit einem Barcode-Lesegerät zu kontrollieren. Die Chargenzuordnung der Materialdaten erfolgt automatisch über das Rechnersystem. Ähnlich wie beim Knetter werden auch hier die Messwerte zur Dokumentation des Prozesses erfasst und gespeichert.

Im Anschluss an den Walzvorgang wird die Probenklappe für die Laborprüfung geschnitten. Das Probenstück kann mit einem Barcodeetikett gekennzeichnet werden. Hier ist ein Barcode-Schreibsystem einzurichten, das ein Etikett mit den charakteristischen Mischungsdaten (Auftrag, Rezept, Chargen-Nummer) ausdrückt. Bei klebrigen Mischungen kann die Probe in einen PE-Beutel gelegt werden, auf den das Etikett geklebt wird. Die Informationen auf dem Etikett gewährleisten eine eindeutige Erkennung der Mischung im Prüflabor und können zur Generierung des entsprechenden Prüfplanes herangezogen werden.

In einigen Mischbetrieben erfolgt eine Online-Prüfung der Mischung auf einem neben der Walze installierten Rheometer. Die Übernahme der charakteristischen Prüfwerte in das Rechnersystem dient dabei einer ersten Mischungsbeurteilung. Diese Prüfwerte werden zusätzlich zu den bisher angefallenen Prozesswerten chargenbezogen auf dem Rechnersystem abgelegt.

Nach der Walze (oder dem Roller-Die-Extruder) gelangt die Mischung zu Abkühlung in die Batch-Off-Anlage. Über eine Wig-Wag-Vorrichtung werden die Felle auf eine Palette oder in eine Gitterbox abgelegt. Die Mischungswaage ermittelt die

abgelegte Menge. Der im System integrierte Drucker druckt den Mischungsbegleitschein, auf dem die entsprechenden Daten der Mischung inkl. des Gewichtes enthalten sind (Klartext und Barcode). Die produzierten Mischungsmengen werden vom Rechnersystem gebucht und bei Bedarf einem übergeordneten Host-System übermittelt.

Vorprodukte gelangen dabei zunächst in ein Zwischenlager. Vor dem Eintrag in den Mischer zur Herstellung der Fertigmischungen werden sie anhand des Mischungsbegleitscheines identifiziert und auf ihre Verwendbarkeit überprüft. Anschließend erfolgt die Mischungsherstellung und die Zuordnung der Daten zu den Chargen der Fertigmischung.

Fertigmischungen, die für die Weiterverarbeitung oder den Versand den Mischraum verlassen, werden über einen Ausgangspunkt geführt wo eine letzte Überprüfung der Freigabe vorgenommen wird. Die Auslieferung kann erfolgen, wenn der im Rechner hinterlegte Freigabevermerk dies zulässt. Darüber hinaus kann hier eine Abstimmung mit den Versanddokumenten in Bezug auf Richtigkeit und Vollständigkeit der Lieferung durchgeführt werden.

Mögliche Überschneidungen bei der Rohstoffrückverfolgung

Überschneidungen bei der Zuordnung der Rohstoff-Lot-Nummer sind infolge der Anlagenkonstruktion und der Mischungsherstellung möglich:

- Fließkegel und Restmengen in Groß-Silos und KC-Behältern (Abb. 5)
- Vermengungen bei Flüssigkeiten, die in Behälter gefüllt werden

- Bei mehrstufigen Mischungen infolge der Rückführung von Batches und Vormischungen in den Mischprozess.

- Bei der Ablage der Mischung auf Paletten oder Gitterboxen infolge des Spleissens der Felle zwischen Walze und der Fellkühlanlage.

Überschneidungen bei Restmengen sind durch das mengenmäßige Abbuchen und Zuordnen der Lot-Nummern nach dem Prinzip First-In - First-Out eingrenzbar. Dies wird dadurch berücksichtigt, dass zwei Lotnummern mitgeführt werden können. In gleicher Weise wird bei Weichmachern und Ölen verfahren.

Bei mehrstufigen Mischungen ist immer eine Auflösung in die Vormischungen möglich, für die wiederum eine eindeutige Zuordnung der verwendeten Rohstoffe erfolgen kann.

Überschneidungen bei der Ablage der Mischung hinter der Fellkühlanlage lassen sich nicht vermeiden, da der Materialfluss nach dem Knetter von der diskontinuierlichen Chargenerzeugung in einen kontinuierlichen Prozess übergeht (Spleissen zwischen Walze und Fellkühlanlage). Anschließend erfolgt das Ablegen der Felle auf der Palette. Dabei kann eine exakte Zuordnung zur Knetcharge nicht sichergestellt werden, da der Schneidvorgang gewichtsabhängig gesteuert wird. In der Regel sind aber auch hier Eingrenzungen in Bezug auf die abgelegten Knetchargen möglich.

Verschiedene Identensysteme

Wie beschrieben, können je nach Einsatzzweck verschiedene Identensysteme verwendet werden. Für die Kennzeichnung von

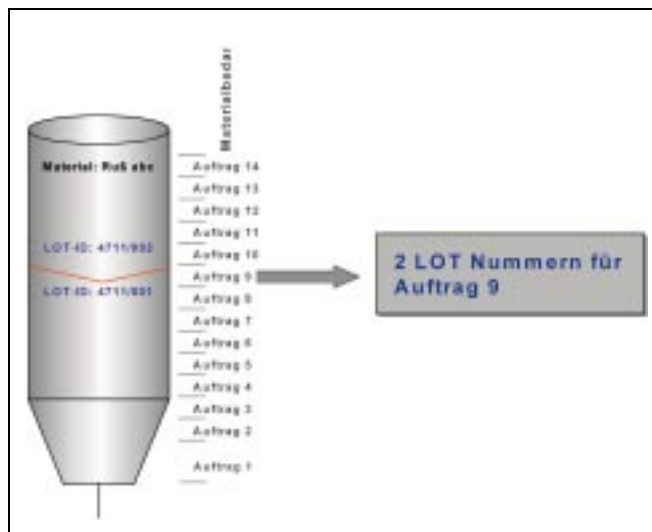


Abb. 5. Fließkegel in einem Silo

Auftrag	Menge (kg)	Menge (t)	Datum	Uebergang	Menge (kg)	Menge (t)
341982 20	1,00	1,00	14.01.1999	27	199,984	199,984
341982 20	1,00	1,00	14.01.1999	27	199,984	199,984
341982 20	1,00	1,00	14.01.1999	27	199,984	199,984
341982 20	1,00	1,00	14.01.1999	27	199,984	199,984
341982 20	1,00	1,00	14.01.1999	27	199,984	199,984
341982 20	1,00	1,00	14.01.1999	27	199,984	199,984
341982 20	1,00	1,00	14.01.1999	27	199,984	199,984
341982 20	1,00	1,00	14.01.1999	27	199,984	199,984
341982 20	1,00	1,00	14.01.1999	27	199,984	199,984
341982 20	1,00	1,00	14.01.1999	27	199,984	199,984

Abb. 6. Auftrags-Protokoll mit LOT-Nr.-Nachweis

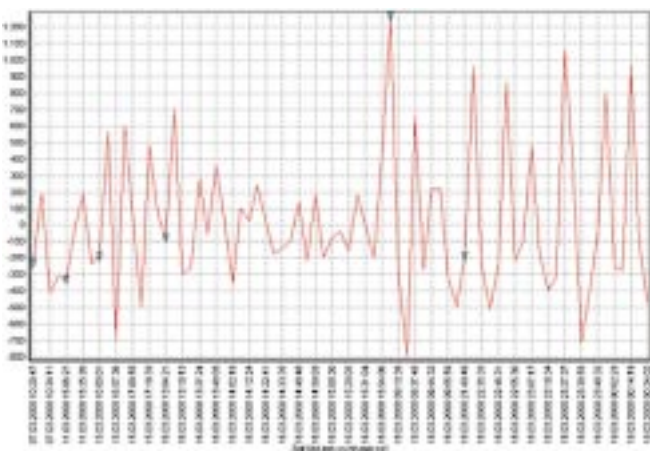


Abb. 7. Diagramm Lotnummerwechsel

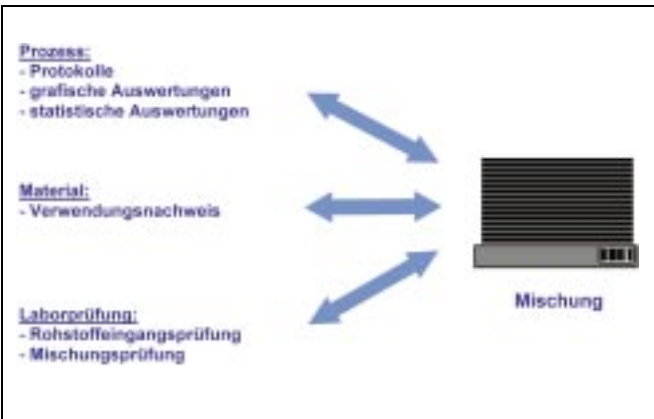


Abb. 8. Vollständige QS-Dokumentation

einmalig verwendeten Gebinden, wie Säcke, Beutel oder Kautschuk-Ballen werden in der Regel Barode-Systeme eingesetzt. Umlaufbehälter, Kisten oder Paletten können sowohl mit Barcode als auch mit anderen Codeträgern gekennzeichnet werden. Für das Lesen induktiver Codeträger muss der Codeträger (Chip) in einem Bereich von ca. 20 cm zum Lesegerät positioniert werden, damit eine sichere Datenerkennung möglich ist – was in einigen Bereichen des Fertigungsablaufes nur schwierig zu realisieren ist. Deshalb werden heute in der Gummiaufbereitung überwiegend Barcode-Lese und Schreibsysteme verwendet. Für Befüllungsvorgänge haben sich wegen ihrer Beweglichkeit Funkscanner bewährt – drahtgebundene Scanner finden sich häufig an Arbeitsplätzen, bei denen die Handhabung in einem begrenzten Umfeld stattfindet.

Protokolle und Auswertungen

Als Beispiel für die Dokumentation einer Rohstoffrückverfolgung dienen die beiden folgenden Auswertungen. In dem Protokoll „Lot-Verwendung“ ist der Verbleib eines Rohstoffes mit einer bestimmten Lot-Nummer dargestellt. Nach Eingabe der entsprechenden Daten (Rohstoffname oder Code, Lot-Nummer) erfolgt ein automatischer Suchlauf in der Datenbank des Rechnersystems mit dem Ergebnis der Tabelle in Abb. 6. Abb. 7 zeigt die grafische Aufzeichnung der Wiegedaten einer Automatik-Waage, über die in dem betrachteten Zeitraum immer der gleiche Rohstoff gefördert und abgewogen wurde. Die Markierungen kennzeichnen den Übergang von einer zur nächsten Lot-Nummer. Wahlweise können hier die die Lot-Nummer selbst, das Datum

des Wechsels oder auch ein Auftragswechsel angezeigt werden.

Zusammenfassung

Ziel einer qualitätsgesicherten Mischungsherstellung ist die sichere Prozess- und Rohstoffführung. Alle Produktionsvorgänge und die verwendeten Materialien werden während des Herstellprozesses rechnergestützt aufgezeichnet und dokumentiert. Leistungsfähige Datenbanken ermöglichen eine schnelle und gezielte Auswertung der qualitätsbestimmenden Parameter, die in Form von Protokollen oder Graphen dargestellt werden können. Durch Schnittstellen zum Prüflabor werden die Produktions- und Materialdaten mit den Ergebnissen der Mischungsprüfung ergänzt (Abb. 8). Damit ist eine prozess- und materialsichere Mischungsherstellung gewährleistet mit dem Resultat, dass nur Mischungen innerhalb der Qualitätsanforderungen den nachfolgenden Produktionsprozessen zur Verfügung gestellt werden.

Korrespondenz:
 Dr. Wolfgang May
 CT Datentechnik GmbH
 Eschenstrasse 2
 31582 Nienburg