

Pulvereintrag und Pigmentierung staubfrei und effektiv

Dr. Ing. Hans Joachim Jacob

Pulverförmige Rohstoffe sind in nahezu jedem Produkt der Lack- und Farbenindustrie, in allen Dichtmassen, Klebstoffen und Bauchemischen Materialien enthalten. Sie werden eingesetzt als Füllstoffe, Verdicker, Mattierungsmittel, Konservierungsstoffe, Haftverbesserer, Antiabsetz- oder Thixotropiermittel und vieles andere mehr, nicht zuletzt natürlich als Pigmente.

Die ystral-Conti-TDS ist eine Maschine zum Eintragen und Dispergieren von Pulverstoffen, welche weitaus effektiver und sauberer arbeitet, als es Dissolver oder Rührwerke je tun könnten. Sie arbeitet nach dem Prinzip der Zahnkranz-dispergiermaschine und baut exakt in der Zone höchster Scherung ein sehr kräftiges Saugvakuum auf. Mit diesem Vakuum werden Pulverstoffe verlustfrei direkt in die HighShear Zone gesaugt, dort sofort vollständig benetzt und dispergiert.

Vergleicht man die Dispergierwirkung der Conti-TDS mit konventionellen Systemen, dann stellt man Erstaunliches fest. Als wichtigste Kennzahl zur Beschreibung der

Dispergierwirkung dient der Schergradient - der Quotient aus Schergeschwindigkeit und Scherspaltweite. Ein Rührwerk weist in der Regel nur einen Schergradienten um 20 s^{-1} auf, ein Dissolver hat 50 s^{-1} , bei der Conti-TDS allerdings liegt der Schergradient bei 50.000 s^{-1} , ist somit tausendfach höher als in einem Dissolver.

Fünf Schritte in Einem

Verfahrenstechnisches Ziel beim Pulvereintragen und Pigmentieren von Lacken, Dispersionsfarben und Coatings ist die vollständige Benetzung, Desagglomeration und homogene Verteilung des Festkörpers (z.B. Pigment) in der Filmbildnerlösung oder -dispersion. Dieser Prozess besteht aus den Schritten Gebindeentleerung, Pulvertransport, Pulvereintrag, Benetzung und Dispergierung.

Bei Anwendung der Conti-TDS werden alle diese fünf Teilprozesse mit nur einer einzigen Maschine realisiert. Daraus ergibt sich neben der Straffung des Gesamtprozesses auch eine Reduktion der Fertigungskosten (TDS = Transport- und Dispergier-System).

Pigmentdosierung und Benetzung sind bei herkömmlichen Prozessen immer mit Staubeentwicklung verbunden. Eines der entscheidenden Argumente für das TDS-Verfahren ist die staubfreie Arbeitsweise.

Verschmutzungen des Arbeitsbereiches sowie Belästigung oder Gefährdung des Bedienpersonals werden vermieden. Das Saugvakuum wird nicht durch externe Vakuumpumpen oder Saugförderer sondern innerhalb der Benetzungsfüssigkeit selbst erzeugt. Das gesamte Pulver gelangt auf diese Weise verlustfrei in die Flüssigkeit.

Das Saugvakuum bewirkt die Gebindeentleerung, die Pulverförderung und den Pulvereintrag. Zusätzliche Fördersysteme und Anlagen zur Staubabsaugung sind nicht erforderlich. Es entfallen alle Kosten für die Anschaffung, den Betrieb, die Wartung und die Überwachung von Absauganlagen. Ebenso entfällt die Entsorgung von Filterrückständen und Filtern.

Es entsteht keinerlei Staub oberhalb der Flüssigkeitsoberfläche. Es entstehen keine teilbenetzten Agglomerate in der Flüssigkeit, wie es bei Dissolvern oder Rührern unvermeidlich ist. Die bekannten Pulverkrusten an Behälterwand, Behälterdeckel und Rührwelle, die im Dissolverbehälter immer wieder abbröckeln und die Qualität des Endproduktes reduzieren, treten beim Einsatz der Conti-TDS definitiv nicht auf. Die Produktqualität lässt sich durch Anwendung der Conti-TDS in jedem Fall spürbar verbessern. Agglomerate und Klumpen werden nicht gebildet.

Explosionsschutz

Der Pulvereintrag in offene Dissolver- oder Rührwerksbehälter mit Lösemitteldämpfen über der Flüssigkeit ist äußerst gefährlich. Bekanntlich ist nicht die lösemittelhaltige Flüssigkeit brennbar, sondern es sind die Lösemitteldämpfe über der Flüssigkeit. Pulver - das vergisst man gern - enthält immer Luftsauerstoff. Geschüttetes Pulver kann sich elektrostatisch aufladen und Zündfunken erzeugen. Zur Entzündung von Lösemitteldämpfen reichen bereits Funken mit minimaler Zündenergie aus.

Durch Einsatz der Conti-TDS erfolgt der Pulvereintrag nicht mehr in den Behälter mit den Lösemitteldämpfen sondern in die zirkulierende Flüssigkeit. Das Pulver wird mittels Saugvakuum direkt in die Flüssigkeit hineingesaugt. Aufgrund der Saugwirkung entstehen keine Lösemitteldämpfe. Conti-TDS-Maschinen sind selbstverständlich nach ATEX zertifiziert.



Abb. 1: ystral Conti-TDS mit Big-Bag-Station zwischen zwei Prozessbehältern

Benetzen und Dispergieren

Die Wahl der geeigneten Benetzungs- und Dispergiermethode hat entscheidenden Einfluss auf Qualitätsmerkmale wie die Lagerstabilität, die optischen Eigenschaften, die Wetterbeständigkeit und nicht zuletzt das Aufhell- und Deckvermögen von Lacksystemen und Farben.

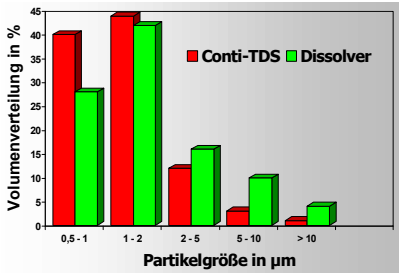


Abb. 2: Dispergierergebnisse von Dissolver und ystral Conti-TDS bei einem Autoreparaturlack

Pulver haben eine sehr große spezifische Oberfläche. Bei ultrafeinen Pigmenten und hochdispersen Kieselsäuren kann diese bis über 300.000 m²/kg Pulver betragen. Wenn man sich verdeutlicht, dass beim konventionellen Pulvereintrag von oben in einen Behälter nicht nur ein sondern viele kg Pulver auf eine Flüssigkeitsoberfläche von nur wenigen Quadratmetern geschüttet werden, dann wird klar, dass bei diesem Missverhältnis von Flüssigkeits- zu Pulveroberfläche nicht einzelne Partikel sondern zusammenhängende Agglomerate grob benetzt werden.

Dagegen erfolgt bei der Conti-TDS eine extreme Feinverteilung und erste Dispergierung des Pulvers bereits im Moment der Benetzung. Im Scherfeld zwischen

Dem schnelllaufenden Rotor und dem Stator wird die benetzende Flüssigkeitsoberfläche in eine dem Pulver äquivalente Größenordnung gebracht. Die maximale Dispergierung unmittelbar während der Benetzung verkürzt nicht nur die Bearbeitungszeit, sie ermöglicht oft wesentlich verbesserte Produkteigenschaften gegenüber dem herkömmlichen Pulvereintrag.

Ein Mangel an Scherleistung kann später nicht wieder ausgeglichen werden, auch nicht durch eine Verlängerung der Dispergierzeit. Deshalb muss die Scherleistung gerade in der Phase der ersten Benetzung so groß wie möglich sein. An dieser Stelle sei angemerkt, dass es natürlich auch Produkte gibt, die eine starke Dispergierung nicht erfordern oder nicht vertragen (z.B. Lösen von Harzgranulat in Lösemitteln, Eintragen scherempfindlicher Effektpigmente u.ä.). In diesen Fällen kann problemlos auf den Stator verzichtet werden. Die Benetzung erfolgt dann in der Conti-TDS ebenfalls unter Vakuum, jedoch ohne nennenswerte Scherung.

Auch für hohe Viskositäten

Conti-TDS-Maschinen werden in fünf verschiedenen Bauformen mit einem Leistungsspektrum von 7,5 bis 150 kW angeboten. Sie können, je nach Aufgabenstellung, mit unterschiedlichsten Pulvereinlässen und Werkzeugen ausgerüstet werden. Im nieder- und mittelviskosen Bereich fördern sie die Flüssigkeit selbstständig.

Lediglich für den Pulvereintrag in sehr hochviskose Medien wie **Klebstoffe, Spachtelmassen, Offsetdruckfarben, Dichtungsmassen** und ähnliches wird der Maschine eine zusätzliche Verdrängerpumpe nachgeschaltet.



Abb. 4: Conti-TDS mit nachgeschalteter Verdrängerpumpe zur Herstellung hochviskoser Dichtmassen

Bei der Herstellung niederviskoser Produkte wie Lacke, Farben usw. ist es jedoch völlig unsinnig, extra für den Pulvereintrag die Viskosität der Flüssigvorlage hoch einzustellen. Die Viskosität der Flüssigvorlage hat einen wesentlichen Einfluss auf die Benetzungs- und Dispergierwirkung. Flüssigkeiten mit niedrigerer Viskosität benetzen verständlicherweise viel schneller und leichter als hochviskose Produkte.

Im Dissolverprozess braucht man allerdings hohe Viskositäten. Hohe Viskositäten sind Voraussetzung dafür, dass überhaupt Scherwirkung im Produkt aufgebaut werden kann und dass bei hoher Drehzahl die Flüssigkeit nicht aus dem Behälter herausspritzt. Diese hohen Viskositäten sind alles andere als optimal für die Pulverbenetzung. Agglomerate entstehen - das ist unvermeidlich - und die eingetragene Maschinenleistung wird dazu verschwendet, diese Agglomerate so gut es geht wieder abzubauen.

Völlig anders ist dies bei Einsatz der Conti-TDS. Die Conti-TDS hat einen 1000-fach höheren Schergradienten als der Dissolver. Aus diesem Grund ist die Conti-TDS zum Aufbau vergleichbarer Dispergierwirkungen absolut nicht auf hohe Viskositäten angewiesen. Das Dispergieren kann demzufolge mit dem Ziel einer optimalen Benetzung niederviskos durchgeführt werden. Im niederviskosen Bereich erreicht die Maschine außerdem auch höhere Pulvereintragsgeschwindigkeiten.

Die Funktion der Conti-TDS ist nicht an Behältergrößen oder Füllstände gebunden, eine Kombination sowohl mit kleinen als auch mit großen Behältern ist kein Problem. Ist der Behälter mit einem bodennah installierten Leitstrahlmischer ausgestattet, dann lassen sich in ihm sehr variable Batchgrößen produzieren (Abb. 8).



Abb. 3: ystral Conti-TDS mit Saugrohr zum staubfreien Eintrag stark staubender Pulver

Aufbau und Funktion

Die Conti-TDS wird ähnlich einer Inline-Dispergiermaschine außerhalb des Behälters installiert und mit diesem über Rohrleitungen oder Schläuche verbunden. Sie arbeitet unabhängig von Behältergröße und Füllstand.

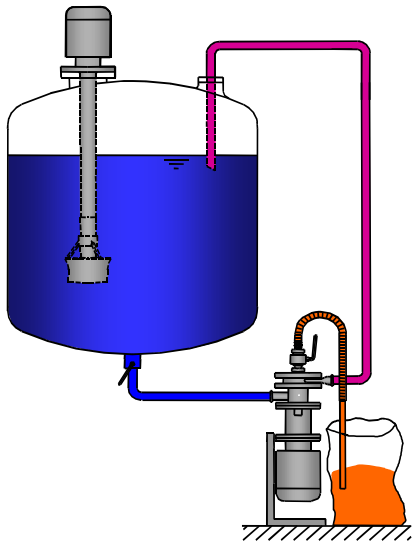


Abb. 5: Installation der ystral Conti-TDS im Kreislauf an einem Behälter

Oft wird die Maschine nicht mit nur einem sondern mit zwei oder mehreren Behältern kombiniert (Abb. 1). Besondere Bedeutung hat die Möglichkeit, die Maschine in bestehende Anlagen einbinden zu können, so dass praktisch keine baulichen Veränderungen (Einbau neuer Flansche, erneute TÜV-Abnahme der Behälter, Versetzung anderer Maschinen usw.) notwendig sind.

Sie kann sowohl stehend als auch liegend betrieben werden und ihre Anschlüsse lassen sich leicht den örtlichen Gegebenheiten anpassen. Relativ selten verwendet man in der Lack- und Farbenindustrie die Option, die Maschine transportabel auf Rollen an mehreren Orten einzusetzen.

Der Aufstellort einer CONTI-TDS kann immer so gewählt werden, dass sich der Transportaufwand für die Pulverstoffe auf ein Minimum reduziert. Das Heben der Pulversäcke auf die Behälterbühne entfällt.

Alle TDS-Maschinen erzeugen direkt im Flüssigkeitsstrom ihr Saugvakuum. Mit diesem Saugvakuum wird das Pulver direkt ab Sack oder Silo, Big-Bag oder Container in die Flüssigkeit eingesaugt, sofort vollständig benetzt und dispergiert. Pulver und Flüssigkeit gelangen über vollständig getrennte Wege in die Maschine und kommen erst in der Dispergierzone miteinander in Kontakt. Dort erfolgt die Dispergierung unter hoher Scherwirkung und Vakuum. Dadurch lassen sich mit der Conti-TDS auch Feststoffkonzentrationen herstellen, die mit Rührern oder Dissolvern niemals erreichbar sind.

Ein wichtiger Aspekt ist aber auch der von Bedieneinflüssen unabhängige, optimierte und immer konstante Pulvereintrag. Diese Problematik ist von Dissolvern bekannt: Ein Bediener streut die Pulver sehr langsam und gefühlvoll direkt in die Trombe des Dissolvers, ein anderer schütet einen kompletten Sack in den Behälter. Die Dispergiererergebnisse sind am Ende völlig unterschiedlich und lassen sich oft auch mit größtem Energie- und Zeitaufwand nicht mehr korrigieren. Die Qualität der Endprodukte schwankt erheblich.

Wir treffen nicht selten auf Prozesse, bei denen zum Beispiel Dickschichtlasuren vor der Abfüllung acht Tage „nachreifen“, weil man den kontrollierten Pulvereintrag nicht beherrscht. Die Viskosität entwickelt sich unkontrollierbar und man muss das Produkt verschneiden oder seine Viskosität „nachjustieren“, bevor man es abfüllt. Ganz ähnliche Schwierigkeiten traten in der Klebstoffindustrie auf. Mit Einsatz der Conti-TDS gehören diese Probleme der Vergangenheit an. Die Maschine saugt immer genau so viel Pulver ein, wie sie optimal benetzen kann. Die Qualität der Endprodukte ist konstant.

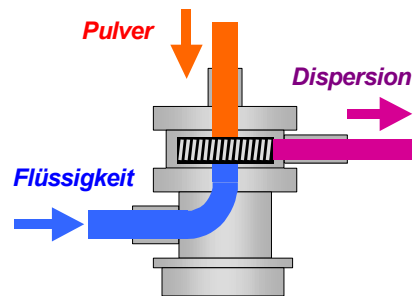
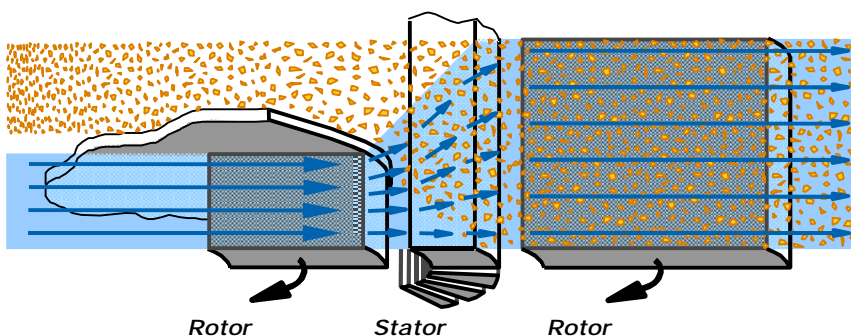


Abb. 7: Pulver und Flüssigkeit treffen erst in der Dispergierzone aufeinander

Nach beendetem Pulvereintrag wird der Pulvereinlass geschlossen. Es wird im Kreislauf weiterdispergiert, bis die optimale Partikelgröße, der geforderte Mattierungsgrad oder die gewünschte Konsistenz erreicht sind. In dieser Phase arbeitet die Maschine als Zahnkranzdispergiermaschine mit hohem Durchsatz und vielen Passagen über die Highshear-Zone.

Nicht nur für Pulver

Das TDS-Verfahren ist natürlich nicht auf den Pulvereintrag allein beschränkt, die gleichen Maschinen können ebenso für das Einziehen und Dispergieren von Flüssigkeiten eingesetzt werden. Dies ist besonders interessant, wenn z.B. in der Fertigung von Dickschichtlasuren hochviskose Gels als Verdicker in eine niedrigviskose Vorlage eingetragen werden müssen. In Rührwerksbehältern oder Dissolvern ist eine tatsächlich homogene Vermischung nicht möglich. Bei Einsatz der Conti-TDS wird das hochviskose Gel inline in die Flüssigvorlage eindispertiert und kommt bereits homogen verteilt im Behälter an.



- | | | |
|--|---|---|
| <p>Vor der Dispergierzone</p> <ul style="list-style-type: none"> q Zwischen Pulverpartikeln ist immer Luft vorhanden q Vakuum steigt q Luft expandiert q Partikelabstände werden größer q Partikel werden beschleunigt | <p>In der Dispergierzone</p> <ul style="list-style-type: none"> q bei Übergang Rotor-Stator und Stator-Rotor extrem hochfrequente Dispergierung unter Vakuum q in dieser Phase maximales Vakuum, maximale Partikelabstände q spezifische Oberfläche der Flüssigkeit millionenfach vergrößert q komplette Benetzung und Dispergierung | <p>Nach der Dispergierzone</p> <ul style="list-style-type: none"> q maximaler Druck q Komprimieren der im Pulver enthaltenen Luft q Dadurch Eindringen der Flüssigkeit auch in das Innere fester Agglomerate q Benetzung von innen, Koagulieren der Luft |
|--|---|---|

Abb. 6: Benetzungs- und Dispergierzone in der ystral Conti-TDS

Ähnliches gilt beim Eintrag niedrigviskoser Additive, Dispergiermittel oder anderer Flüssigkeiten in hochviskose Dispersionsfarben oder Pasten. Niederviskose Flüssigkeiten stehen im Rührwerks- oder Dissolverbehälter oft sehr lange auf der Oberfläche der hochviskosen Vorlage und werden von dieser einfach nicht aufgenommen. Auch hier erfolgt mittels Conti-TDS ein homogenes Eindispertieren in den zirkulierenden Flüssigkeitsstrom.

Thixotropieren

Neben dem Eintrag von Pigmenten oder Füllstoffen ist das Thixotropieren eines der wichtigsten Einsatzgebiete der Conti-TDS. Dabei müssen stark staubende hochdisperse Kieselsäuren in Flüssigkeiten eingetragen werden. Bisher wurden sie einfach auf die Flüssigkeitsoberfläche geschüttet. Zu den bekannten Problemen wie Staub, Anhaftungen und Agglomeraten beim Benetzen kam hinzu, dass beim Eintrag in lösemittelhaltige Systeme die Kieselsäuren zunächst in der Lösemittelatmosphäre auf der Flüssigkeit lagen und so Zeit hatten, Lösemitteldämpfe an sich zu binden. Das schwächte unkontrollierbar ihre Thixotropierwirkung im Lack.

Bei Einsatz der Conti-TDS erfolgt das Einsaugen staub- und verlustfrei (Abb. 3). Dies ist bereits ein enormer Fortschritt. Außerdem wird das Pulver direkt in die Flüssigkeit eindispersiert und ist Lösemitteldämpfen nicht ausgesetzt. Es steht vollständig dem Aufbau der geforderten Strukturviskosität im Lack zur Verfügung.

Mattieren

Mit Mattierungsmitteln stellt man den Glanzgrad eines Lackes ein. Die Probleme beim Dissolver sind bekannt: Während des Pulvereintrages entstehen Agglomerate. Dispersiert man diese zu lange, zerstört man den Mattierungseffekt, dispersiert man zu kurz, sind die Agglomerate noch nicht abgebaut. Auf schwarzen Lederflächen oder Möbeln ist die Wirkung fatal.

Die Conti-TDS zeichnet sich durch einen agglomeratfreien Pulvereintrag und eine extrem enge Partikelgrößenverteilung beim Dispersieren aus. Das ermöglicht dem Anwender eine präzise, wiederholbare und fehlerfreie Mattierung.

Lösen von Harzen

Die extremsten Zeiteinsparungen überhaupt lassen sich beim Einsatz der Conti-TDS zum Lösen von Harzpulvern und Harzgranulaten erzielen. Benetzungs- und Lösezeiten von wenigen Sekunden pro Sack sind nicht selten.

Beim herkömmlichen Löseprozess wurde das Pulver auf die Lösemitteloberfläche geschüttet. Es bildeten sich außen benetzte Pulverbrocken und Agglomerate, welche sich wiederum erst nach sehr langer Rührzeit auflösen ließen. Bei Einsatz der Conti-TDS profitiert der Anwender von der sofortigen vollständigen Benetzung und Lösung jedes einzelnen Pulverpartikels. So konnte beispielsweise beim Einsaugen von PMMA in MMA mit der Conti-TDS nach exakt 3 Minuten dasselbe Ergebnis erreicht wurde wie beim bisherigen Löseverfahren nach 6 - 8 Stunden.



Abb. 8: ystral Conti-TDS in einer Anlage für stark variierende Batchgrößen

Einige Beispiele

Die Bereiche **Niederviskose Druckfarben** und **Dispersionsfarben** sind natürlich die Einsatzgebiete mit maximalem Effekt. In möglichst kurzer Zeit sind große Pulvermengen in Flüssigvorlagen einzutragen und in konstanter Qualität zu dispersieren. Pulvereinsaugleistungen bis 450 kg/min für Calciumcarbonat oder 200 kg/min für Titandioxid sind möglich. Es gibt bereits Hersteller, die ihre Conti-TDS-Maschine zwischen drei 50 m³ großen Lagerbehältern aufgestellt haben und auf diese Weise mit einem einzigen Bediener Chargengrößen zwischen 10 und 70 Tonnen in einer vorher nie erreichbaren Effektivität produzieren.

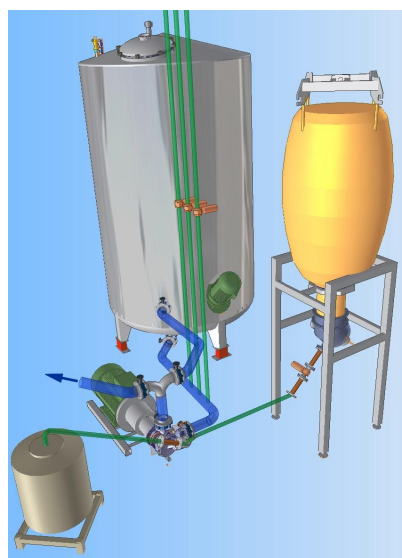


Abb. 9: ystral-Conti-TDS mit Behälter auf Wiegezellen, Pulvereintrag ab Big-Bag-Station oder Sack, Flüssigkomponenten ab Fass

In den Bereichen **Automobillacke**, **Bau-tenlacke**, **Industrielacke** und **Holz-lacke** kommt vor allem die Flexibilität und universelle Einsetzbarkeit des Systems zum Tragen. So können nach Wechseln des Werkzeuges beispielsweise auch Metalleffektpigmente optimal verarbeitet werden.

Für die Herstellung von **Coil-Coatings** und **Plastisolen** ist ein anderer Effekt interessant: der kontrollierte Temperatureintrag. Die Prozesse müssen bei niedrigen Temperaturen gefahren werden. Dies ist im Gegensatz zum Dissolver bei Einsatz der Conti-TDS problemlos möglich.

Bei der Herstellung von hochwertigen **Papierstreichmassen** lassen sich mittels Conti-TDS höchste Konzentrationen bei geringstem Dispersiermittelanteil realisieren. Bei der Herstellung von **Par-kettlacken** gehört das Überdispersieren des Entschäumers der Vergangenheit an. Auch in der Bauchemie gibt es noch zahlreiche Anwendungen von **Beton-zschlagstoffen** bis hin zu **Fliesenkle-bern**, bei denen die Conti-TDS Vorteile bietet, die mit konventionellen Verfahren nicht erreicht werden können.

Die moderne Lackfabrik

Im Buch „Lackherstellung“ von Dr. Friedrich Vock (Verlag CC Press AG) werden einige alte Zöpfe in der Lacktechnologie abgeschnitten, zum Beispiel der gemeinsame Mahlgutansatz von bereits ausreichend feinen und groben Partikeln, von weichen und harten Pigmenten und vieles andere mehr. 500 Seiten Erfahrungen werden komprimiert im Abschnitt „Layout-Konzepte für neue Lackfabriken“. Besonders augenfällig ist: die moderne Lackfabrik besitzt keinen einzigen Dissolver.

Der Pulvereintrag und auch die Mikrohomogenisierung erfolgen ausschließlich mit Inlinedispersierern (Conti-TDS). Die Makrohomogenisierung erfolgt im verwogenen Behälter mit einem für stark variierende Füllstände geeigneten Mischer (bei uns ein Leitstrahlmischer). Die Dosierung der Flüssigkomponenten erfolgt nicht direkt in den Behälter, sondern in den Zulauf der Conti-TDS. Pulverkomponenten werden ab Big-Bag, Container oder Sack, Flüssigkomponenten werden direkt ab Fass im Kreislauf eindispersiert. Die Vorteile dieses „Dispersiermoduls“ werden für die gesamte Produktpalette von Halfabrikanten über Pastenfertigung bis zur Grundauffertigung nachgewiesen. Je nach Anforderung wird er durch Filter oder Mühlen ergänzt.

Vor zehn Jahren bewirkte die Einführung der Conti-TDS für den Titandioxideintrag in der Nylon- und Polyesterfaserherstellung eine komplette Umstellung der Produktionsphilosophie. Heute sind Firmen, die auf diesem Gebiet nicht mit Conti-TDS arbeiten, kaum noch konkurrenzfähig ...