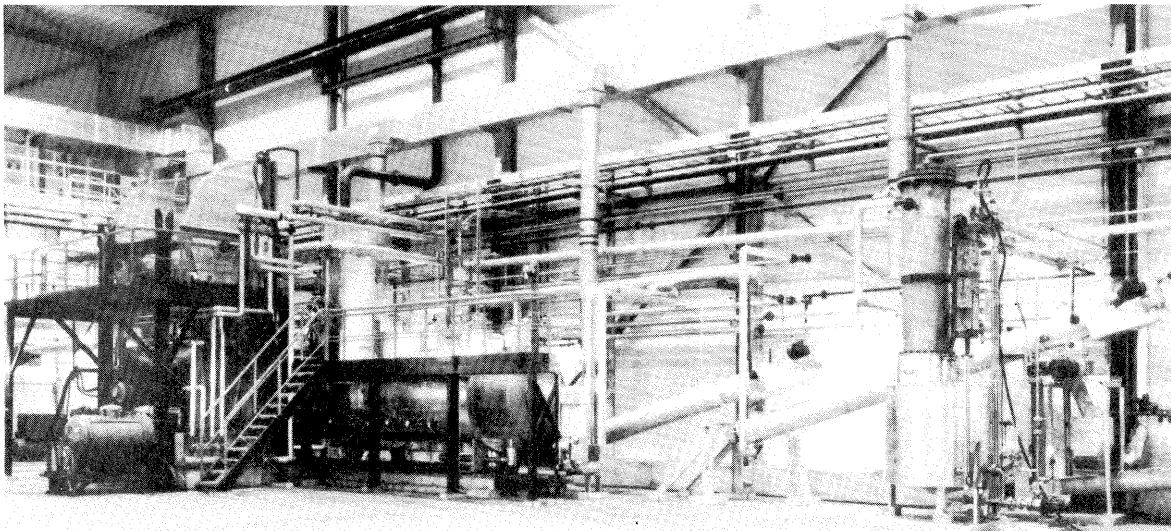


Ueli Ryf*

Trocknen von Lackschlämmen

Die Trocknung von Lack- und Industrieschlämmen ist ein wichtiger Schritt, um diese Reststoffe umweltverträglich, kontinuierlich und chargenweise aufarbeiten zu können. Die anspruchsvollen Prozessbedingungen stellen an die Auswahl des Trockners besondere Anforderungen. Allphasen-Knetztrockner in geschlossener Bauweise sind gut geeignet, krustende oder zähe Zwischenphasen ohne Trockenrückführung direkt zu trocknen.



Lackschlamm-trocknungsanlage

Bild: GFR

Die umweltgerechte Aufarbeitung von Schlämmen und Rückständen aus dem industriellen Bereich hat zum Ziel, ein Maximum an Wertstoffen zurückzugewinnen und den letztlich zu entsorgenden festen Rückstand in ungiftiger und leicht handhabbarer Form auf ein Minimum zu reduzieren. Die ständig erweiterten gesetzlichen Vorschriften für diesen Bereich, das Schwinden der verfügbaren Deponieräume und die Forderung, die Rückstände möglichst am Entstehungsort aufzuarbeiten, zwingen die Verantwortlichen dazu, die Entsorgungskonzepte neu zu überdenken.

Gleichgültig, ob eine Aufarbeitung oder eine Verbrennung beabsichtigt ist, man wird in jedem Fall die mechanisch vorentwässerten Schlämme zunächst eindampfen und trocknen, um die weitere Aufarbeitung oder die Verbrennung nicht mit einem hohen Wasseranteil oder rück-

gewinnbaren Lösemitteln zu belasten. Die Vorteile der Kontakt-trocknung sind folgende: Volumen- (Schüttdichten > 1.0) und Gewichtsverminderung, hoher Brennwert (kein Stützfeuer bei der Verbrennung), biologische Stabilisierung, einfacheres Handling als rieselfähiges Produkt sowie Energieeinsparung.

Allgemeines Trocknungsverfahren für Schlämme

Für das Trocknen oder Eindampfen von Schlämmen und Rückständen sind folgende Funktionen wichtig:

- Geschlossene Bauweise: Toxische Komponenten bleiben unter Kontrolle; Geruchsbelästigungen entstehen nicht; verdampftes Wasser und Lösemittel lassen sich durch Kondensation quantitativ zurückgewinnen. Es entstehen nur sehr geringe Abluftmengen. Die Gefahr von Glühbränden oder Staubexplosion ist stark vermindert.
- Verarbeitung von zähen, krustenden Zwischenphasen:

Die Konsistenz der Schlämme ändert sich während der Trocknung von flüssig über

zähpastöse und krustende Zwischenphasen bis zum rieselfähigen Zustand. Niedrige Restfeuchten – speziell, wenn hochsiedende Lösemittel abzudampfen sind – können nur erreicht werden, wenn das Trockengut während der Resttrocknung hinreichend zerteilt wird und die für den Stoffübergang nötige Verweilzeit gewährleistet ist.

Flexibilität:

Die Zusammensetzung und die Menge der anfallenden Schlämme schwanken in der Regel stark. Die Einbindung in vorhandene Produktionsabläufe erfordert sowohl Konzepte für kontinuierliche Trocknungsanlagen großer Kapazität als auch kleinere, flexible Anlagen für den Chargenbetrieb. Für das Austreiben von Hochsiedern ist Vakuumbetrieb nötig.

- Geringer Energiebedarf

Konvektionstrockner, zum Beispiel Trommel-, Strom- oder Sprühtrockner beziehungsweise kombinierte Kontakt-/Konvektionstrockner wie beispielsweise Wirbelschichttrockner, sind mit Erfolg bei der Trocknung von Schlämmen im Einsatz.

Kontakt-trockner, entsprechen wegen der geschlossenen Bauweise eher den oben genannten Anforderungen, insbesondere, wenn toxische Stoffe oder Lösemittel beteiligt sind.

Die Hauptschwierigkeit liegt jedoch in der Bewältigung der zähen und häufig krustenden Zwischenzustände, wobei in der Praxis zwei Wege gangbar sind:

Trockenstoffrückführung: Durch Rückmischen von Trockenprodukt mit Schlamm wird von Anfang an ein mehr oder weniger

* Ing. HTL Ueli Ryf, List AG, CH-4422 Arisdorf

rieselfähiger Zustand erreicht, so daß auch herkömmliche Kontaktrockner, zum Beispiel Tauchscheibentrockner oder Schneckenrockner, eingesetzt werden können.

Einsatz von Knetrocknern mit weitgehend selbstreinigenden Wärmeaustauschflächen: Knetrockner (vom Typ Discotherm B) haben sich speziell beim Eindampfen von schwierigen Rückständen und Schlämmen in der chemischen Industrie seit Jahren bewährt. Die Vorteile liegen hauptsächlich darin, daß ohne Trockenstoffrückführung in einem Durchlauf getrocknet werden kann. Da kein Trägergas verwendet wird und eine vollständige Kondensation der Brüden erfolgt, entstehen praktisch keine belasteten Abluftmengen und Geruchsemissionen.

Spezielle Scheibentrockner und zweiwellige Allphasen (AP)-Apparate mit liegenden, zylindrischen Gehäusen, arbeiten bei Füllgraden von circa 60 bis 80 Prozent, so daß für den Abzug der Brüden genügend Freiraum verbleibt. Die Gehäuse sind heizbar, ebenso die Rührwellen, die zur Vergrößerung der spezifischen Heizfläche zusätzlich mit heizbaren Scheibensegmenten versehen sind.

Die intensive Misch- und Knetwirkung, die Selbstreinigung und das Zerteilen von Agglomeraten wird durch den wechselseitigen Eingriff der Wellenelemente und der statischen Gegenhaken im Gehäuse bewirkt (Bild unten links) beziehungsweise durch das Ineinandergreifen der Knetelemente beider Rührer im AP-Apparat (Bild unten rechts). Die Knetrahmen des in einem bestimmten Verhältnis schneller rotierenden Putzrührers greifen zwischen die Scheibenelemente des Hauptrührers ein.

Wegen der starken Knet- und Rührkräfte arbeiten die Apparate bei Drehzahlen der Rührwelle im Bereich 10 UpM bis 30 UpM (das heißt $Froude < 1$) und hohem verfügbarem Drehmoment bis 250000 Nm. Der Axialtransport wird durch die spiralig versetzte Anordnung der Knetelemente

auch im pastösen Bereich gewährleistet. Die Trockner sind wechselnden Mengen und Zusammensetzungen des Zulaufs flexibel anpaßbar.

Der mittlere Füllgrad wird im wesentlichen durch die Höhe des verstellbaren Überlaufwehrs am Trockneraustrag bestimmt. Im Gegensatz zu Schneckenapparaten sind Drehzahl und Axialförderung entkoppelt, das heißt es ist möglich, die Rührerdrehzahl im Hinblick auf Wärmeübergang, Verweilzeit und Zerteilwirkung auf Agglomerate zu optimieren.

Die förderneutral gestellten Scheibenelemente bilden nicht nur wirksame Wärmeübertragungsflächen, sie vermindern auch die Gefahr zu starker Axialrückmischung im Trockner, so daß ohne weiteres flüssige Schlämme in einem Durchlauf bis zum rieselfähigen Zustand getrocknet werden können. Typische Verweilzeiten liegen bei 0,5 bis 3 Stunden im kontinuierlichen Betrieb. Schonende Vakuumtrocknung auf tiefem Temperaturniveau ist möglich. Je nach den Anforderungen des Betriebs kommen kontinuierliche oder chargenweise betriebene Apparate zum Einsatz.

Die auf 20 bis 30 Prozent Trockenstoffgehalt (TS) vorentwässerten Schlämme werden kontinuierlich bis zum rieselfähigen Feststoff mit 85 bis 95 Prozent TS getrocknet. Typische Durchsätze liegen bei 1 bis 4 t/h Schlamm. Die Beheizung erfolgt je nach verfügbarem Wärmeträger mit Dampf, Druckwasser oder Wärmeträgeröl bei Temperaturen bis maximal 240°C.

Der Schlamm wird mit bewährten Dickstoffkolbenpumpen oder mit Doppelschnecken kontinuierlich zudosiert. Die Brüden werden in Mischkondensatoren kondensiert und, soweit möglich, ins Abwasser zurückgeführt.

Etwa vorhandene Lösemittel fallen mit dem Kondensat an und können dort abgetrennt werden. Der trockene Schlamm wird in der Regel pneumatisch einem Zwischensilo zugeführt und von dort aus wei-

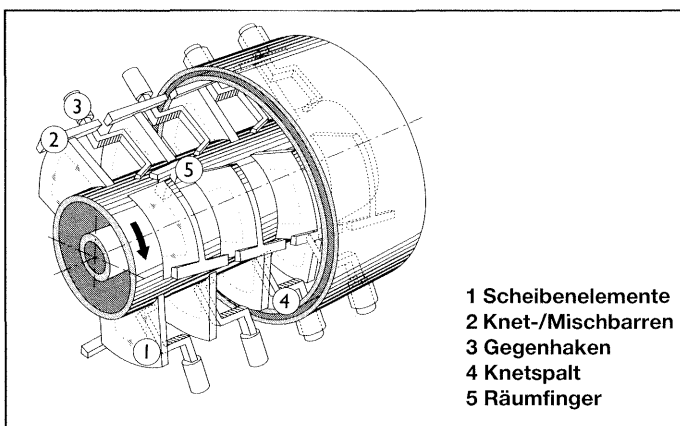
ter verarbeitet, deponiert oder verbrannt.

Eine Reihe von Anlagen sind erfolgreich in Betrieb. Der thermische Energiebedarf liegt bei circa 2,5 kWh/kg TS und der elektrische Verbrauch bei etwa 0,2 kWh/kg TS. Die Betriebskosten belaufen sich inklusive der Kosten für Betriebsmittel, Brennstoff, Personal und Verschleißteile auf circa 250 Mark/t TS.

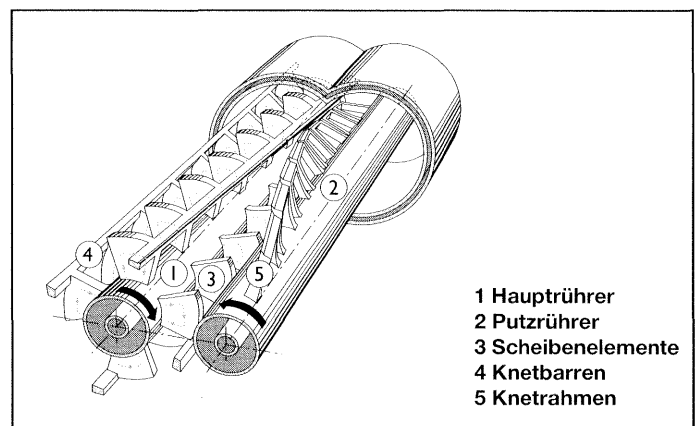
Der Hauptvorteil beim Einsatz der Trockner liegt in der Möglichkeit, Schlämme wechselnder Zusammensetzung in einer Stufe kontinuierlich zu trocknen. Mobile Trocknungsanlagen sind realisierbar. Der Verschleiß bleibt wegen der relativ niedrigen Drehzahlen kontrollierbar. Die geschlossene, druckfeste Ausführung sichert das System gegen Staubexplosionen und Glimmbrände.

Kontinuierliche Lackschlamm-trocknung

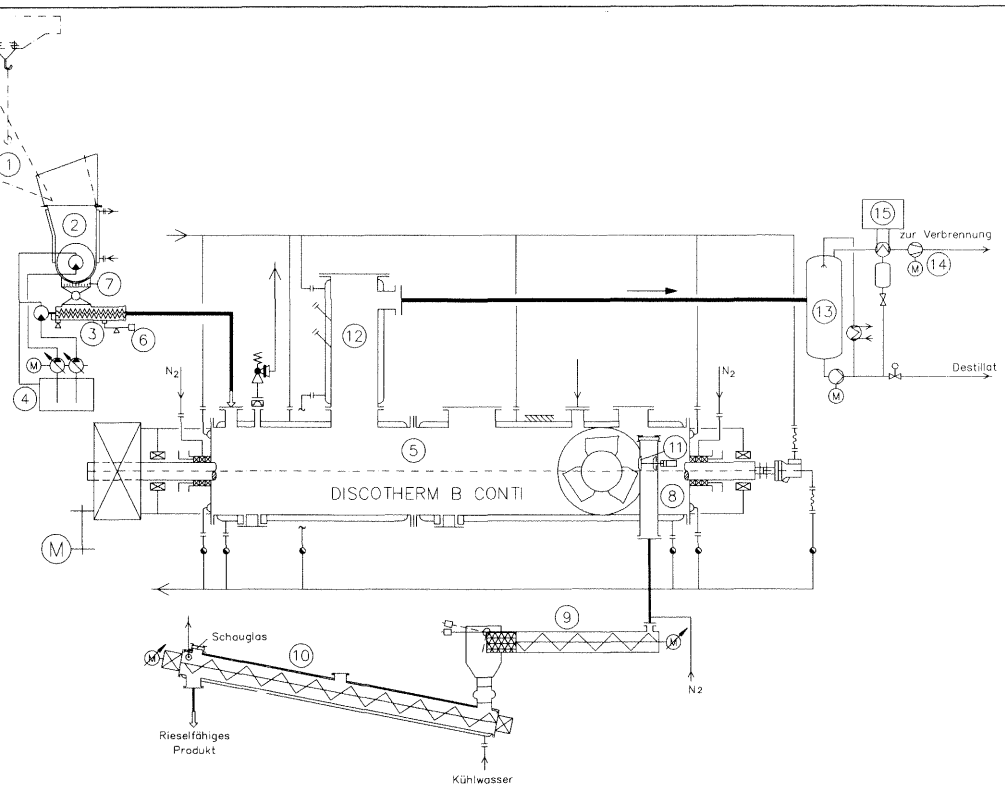
Von der VW Kraftwerk GmbH wurde in Zusammenarbeit mit einem Ingenieurunternehmen aus Würzburg ein Verfahren zur Behandlung und Verwertung von Lack- und Farbschlämmen aus der Automobilindustrie entwickelt. Dieses Konzept wurde bei VW in Wolfsburg erfolgreich realisiert, wobei ein kontinuierlicher Knetrockner als wesentlicher Anlagenteil eingesetzt ist. Der vorentwässerte Lack-schlamm wird bis zum trockenen, rieselfähigen Feststoff getrocknet. Der Durchsatz beträgt 1 bis 2 t/h Lackschlamm. Der getrocknete Feststoff verläßt die Anlage in einem rieselfähigen, mahlbaren Zustand mit einer Temperatur von circa 80°C. Die nicht kondensierbaren Inert- und Zersetzungsgase sowie die Pastenbunkerabsaugung werden einer Abluftbehandlung respektive Verbrennung zugeleitet. Darüber hinaus entstehen keine weiteren umweltbelastenden Emissionen. Die Möglichkeit, schwierige Schlämme direkt in einer Stufe zu trocknen, ist auch hier von ausschlaggebender Bedeutung.



Arbeitsprinzip des Scheibentrockners mit Gegenhaken



Arbeitsprinzip eines Allphasen-Apparates



Verfahrensfließbild der Lackschlamm-Trocknungsanlage

Bilder: List

Verfahren

Der in speziellen 5 m³ Containern (1) angelieferte Schlamm wird mittels Hallenkran in den 7,2 m³ großen Pastenbunker (2) entleert. Der Pastenbunker ist mit einem horizontalen Rührwerk ausgerüstet, welches den Schlamm homogenisiert und der unterhalb des Pastenbunkers montierten Dosierdoppelschnecke (3) zufördert. Der Pastenbunker ist mit einem Heizmantel versehen, um den Schlamm vorzuwärmen und so die Viskosität zu reduzieren.

Die Dosierdoppelschnecke, versehen mit einem verstellbaren hydraulischen Antrieb (4), fördert den Schlamm in den Trockner (5). Die Rohrleitung ist so gebaut, daß sie mittels eines Molches gereinigt werden kann. Die Dosierung erfolgt über die Wiegeeinrichtung (6). Zum Schutz der Dosierdoppelschnecke und des Trockners gegen Fremdkörper ist unter dem Pastenbunker ein Rost (7) eingebaut.

Als Kernstück ist ein Knetrockner (Typ Discotherm B) eingesetzt. Dieser kontinuierlich arbeitende Trockner ist in der Lage, Schlamm ohne Recyceln von Trockenprodukt in einer einzigen Stufe bis zum rieselfähigen, mahlbaren Zustand zu trocknen. Die Wärmeerbringung in das Produkt erfolgt über den dampfbeheizten Heizmantel des Gehäuses und über die beheizte Welle. Das trockene, rieselfähige Produkt verläßt den Trockner über einen höhenverstellbaren Seitenausstrag (8) und gelangt von dort über die Stoppfahne (9) in die Kühlschnecke (10). Der Seitenausstrag des Trockners kann über das Ven-

til (11) geschlossen werden. Dadurch kann der Austrag von feuchtem noch nicht rieselfähigen Produkt, zum Beispiel beim Anfahren oder bei Überdosierung beziehungsweise Ausfall der Heizung, vermieden werden. Ein Temperaturfühler übernimmt diese Kontrollfunktion. Außerdem ist es möglich, dieses Ventil manuell über einen speziellen Start By-paß geschlossen zu halten.

Die Brüdenämpfe verlassen den Trockner über den Brüdenkondensator (12) und werden im nachfolgenden Sprühkondensator (13) kondensiert. Die gesättigten Inertgase werden über die Abluftventilatoren (14) abgesaugt und die Restfeuchte in der Kältefalle (15) auskondensiert. Die noch verbleibenden Inertgase werden mit der Verbrennungsluft in den Brenner des Dampferzeugers eingespeist. Um möglichst gleichmäßige Trocknungsbedingungen zu gewährleisten und Geruchsemissionen zu vermeiden, wird der Trockner mit einem konstanten leichten Unterdruck betrieben.

Das Brüdenkondensat wird mit einer Zentrifugalpumpe im Kreislauf über den Sprühkondensator geleitet. Im Kreislauf eingebaut ist ein Wärmeaustauscher, welcher das Kondensat auf die gewünschte Temperatur herunterkühlt. Das anfallende Kondensat wird, je nach Zusammensetzung, mittels Niveausteuern, welche im Sprühkondensator eingebaut ist, zur weiteren Aufbereitung geleitet.

Zur Vermeidung von explosionsfähigen Gemischen im Trockner, Brüdenkondensator und

Sprühkondensator sowie zur Vermeidung von Staubexplosionen, werden die Wellenabdichtungen des Trockners, die Stopf- und Kühlschnecken mit Stickstoff gespült. Außerdem ist der Prozeßraum des Trockners mit einem N₂-Anschluß versehen.

Massen- und Energiebilanz*)

Auf der Grundlage der bisherigen Erfahrungen und Meßergebnisse, der seit Anfang 1991 in Betrieb stehenden Trocknungsanlage, VW Kraftwerk GmbH, Wolfsburg ergeben sich folgende Zahlenwerte:

Eine Tonne Rohschlamm enthält rund 350 kg Feststoffe und 650 kg Wasser und Lösemittel. In der Stufe der mechanischen Vorentwässerung werden dabei rund 417 kg Wasser entfernt, so daß in dem Trocknungsprozeß lediglich 233 kg Wasser/Lösemittel erwärmt und verdampft werden müssen. Da dies nur zu 95 Prozent geschieht, verlassen den Trockner 368 kg getrocknetes Granulat, das heißt rund 18 kg Wasser/Lösemittel verbleiben im Granulat. An flüssiger Phase fallen rund 610 kg an, welche wie oben bereits beschrieben, im wesentlichen aus Wasser besteht und in der werkseigenen Kläranlage weiter behandelt wird. Darüber hinaus verlassen rund 22 kg als organisches Lösemittelgemisch die Anlage und werden genau wie das Granulat verbrannt.

Der Gesamtenergiebedarf der Trocknung, der sich aus mechanischen wie thermischen Anteilen zusammensetzt, beträgt dabei etwa 776 MJ/t Rohschlamm. Dagegen steht ein Heizwert des Granulates von etwa 23 MJ/kg und des Lösemittelgemisches von ungefähr 35 MJ/kg, so daß sich nach oben aufgeführter Massenbilanz ein Heizwert dieser beiden Stoffe, bezogen auf eine Tonne Rohschlamm, von 8803 kJ/kg ergibt. Es verbleiben damit netto 8027 kJ/kg Rohschlamm, die energetisch genutzt werden können.

Selbstreinigende Knetrockner sind bei der Aufarbeitung schwieriger Lackschlämme und Rückstände erfolgreich im Einsatz. Die Eigenschaften der Lackschlämme, die verschiedenen Prozeßbedingungen sowie die betrieblichen Randbedingungen sind jedoch so vielfältig, daß ein optimales Lösungskonzept nur nach entsprechenden Versuchen und eingehender Prüfung aller Verfahrensvarianten erarbeitet werden kann. □

*) Angaben aus dem Vortrag „Thermische Behandlung und energetische Verwertung von Lackschlämmen“ Winfried Blümel, Ulf Nagel, Jörg Demmich der VW Kraftwerk GmbH, Wolfsburg, anläßlich des 7. Internat. Recycling Kongresses 92 in Berlin.