

Augsburg

Kompetenz in der Zerkleinerungstechnik

Ein Technikum mit über 20 Mitarbeitern und 60 Maschinen auf einer Nutzfläche von 3 000 m² ist das Aushängeschild der Firma Hosokawa Alpine.

Einleitung

Hosokawa Alpine/D ist ein Unternehmen der **Hosokawa Micron Group/J**, die 1916 in Osaka gegründet wurde. Heute gehören zur Unternehmensgruppe Produktionsstätten in fünf Ländern weltweit, denen zwölf F+E- und Versuchszentren zuarbeiten. Im letzten Jahr betrug der konsolidierte Umsatz der Gruppe USD 350 Mio.

Hosokawa Alpine geht auf eine Gründung im Jahre 1898 in Augsburg zurück. Heute beschäftigt Hosokawa Alpine 540 Mitarbeiter und hat letztes Jahr EUR 78 Mio. zum Umsatz der Gruppe beigetragen. 40 % der Mitarbeiter sind mit Aufgaben im Vertrieb und Technik betraut, weitere 35 % arbeiten in der Produktion, 9 % in Forschung und Entwicklung. Mit 10 % ist der Anteil der Auszubildenden erfreulich hoch. Die Aktivitäten des Geschäftsfelds Mechanische Verfahrenstechnik wurden vor einigen Jahren in Sparten, die sich auf einzelne Marktsegmente (Chemie, Pharma & Food, Minerals & Metals, Recycling & Schneidmühlen sowie Service) spezialisieren, unterteilt. Innerhalb der Sparte werden Projekte gesamthaft in Teamarbeit abgewickelt, d.h. der Kunde hat während der gesamten Projektabwicklung ein umfangreich informiertes Team als einzigen Ansprechpartner. Bei Bedarf werden Konstrukteure und Spezialisten der Entwicklungsabteilung in das Projekt eingebunden, um die Verfahrensabläufe zu optimieren.

Lieferprogramm

Die Kernkompetenz von Hosokawa Alpine ist die Lieferung kompletter Anlagen für die Aufbereitung pulverförmiger Stoffe, wobei der Schwerpunkt auf der Feinstzerkleinerung und Klassierung sowohl bei der Trocken- als auch Nassaufbereitung liegt. Die kundenorientierte Spartenorganisation sorgt dafür, dass die

Kunden eine optimal auf die Anwendung abgestimmte Ausführung der Anlage bekommen. Sehr kundennah sind auch die Aufgaben der Sparte Service. Sie ist für den After-Sales Service zuständig und kann sich hier moderner Methoden wie dem Telemonitoring bedienen. Kunden, die sich dieser Methode aufgeschlossen zeigen, kann oft über Ferndiagnose sofort geholfen werden. Zu den Aufgaben dieser Sparte gehören neben dem Ersatzteilservice und der Wartung auch Aufgaben im Hinblick auf Generalüberholung oder Prozessoptimierung.

Die Kernkomponenten des Maschinenprogramms bilden: Strahlmühlen, Kugelmühlen, Walzenschüsselmühlen, Rührwerkskugelmühlen, Sichter, Prallmühlen, Schneidmühlen sowie Brecher, Hammermühlen und Luftstrahlsiebe.

Im Verbund mit dem Stammhaus in Japan kann Hosokawa Alpine auch neue Partikeltechnologien, die in das Gebiet der Nanotechnologie fallen, wie Mechanofusion (siehe D19) oder das MCB-Verfahren (Mechano Chemical Bonding), anbieten.

MCB arbeitet mit hohen mechanischen Kräften, die durch die Einwirkung weiterer Energien – z. B. Plasma – verstärkt werden. Diese neuen Partikeltechnologien wurden in Japan im *Hosokawa Powder Technology Research Institute* entwickelt. Durch die kundenorientierte Entwicklungsarbeit wird sehr spezifisch auf die Bedürfnisse der unterschiedlichsten Mahlgüter eingegangen. Somit ergeben sich bei jedem Projekt auch sehr individuelle Maschinenlösungen. Diese bauen zwar auf Basisbauformen auf, aber letztlich gibt es keine Serienfertigung, sondern einen projektbezogenen Sondermaschinenbau. Basis aller Projekte bei Alpine sind umfangreiche Versuchsreihen im hauseigenen Technikum.

Technikum

Auf einer Nutzfläche von 3 000 m² sind im Technikum der Hosokawa Alpine 60 Anlagen, die Versuchsmöglichkeiten für die wichtigsten Prozesse der Zerkleinerung und Windsichtung bereitstellen, auf vier Arbeitsebenen installiert. 20 Mitar-

Bild 1
Blick ins Technikum von Hosokawa Alpine



beiter stehen für die Planung, Durchführung und Auswertung der Versuche zur Verfügung. Wichtigste Aufgabe des Technikums ist die Durchführung von Auslegungsversuchen für Produktionsanlagen, wobei meistens ein scale-up von der Technikums- auf die Produktionsanlage durchzuführen ist.

Im Jahr werden im Technikum etwa 500...600 Versuche durchgeführt. Die meisten laufen in Anwesenheit von Vertretern der Kunden, weil so auch sichergestellt werden kann, dass alle wichtigen für die Betriebspraxis relevanten Parameter ermittelt und diskutiert werden. Die Betreuung der Versuche erfolgt durch die Verfahrenstechniker aus den Kundensparten, die Ingenieure des Technikums geben in der Regel nur Hilfestellung.

Die umfangreichen Stoff- und Messdaten, die jeden Tag im Rahmen von Versuchen ermittelt werden, erweitern kontinuierlich das spezifische Know-how des Hauses in der Zerkleinerungstechnik. Dieses Spezial-

wissen ist nicht nur bei neuen Produkten und Verfahren wertvoll, sondern auch bei der Optimierung existierender Prozesse.

Das hauseigene Prüflabor ist mit den wichtigsten Geräten zur Partikelanalyse (z. B. Luftstrahlsiebung, Nasssiebung, Sedigraph und Laserbeugungsanalyse) ausgerüstet. Dazu kommen Geräte zur Analyse der rheologischen Eigenschaften sowie die Mikroskopie (Stereomikroskope und ein Rasterelektronenmikroskop).

Die Aufgabenstellungen, die an das Technikum herangetragen werden, können bei der Entwicklung neuer Produkte sehr komplex sein. In der Regel werden in diesen Fällen bereits in einem sehr frühen Stadium der Bearbeitung Geheimhaltungsvereinbarungen geschlossen, weil für eine gute Versuchsplanung auch die Bekanntgabe von Kern- und Sicherheitsdaten erforderlich ist. Es muss in diesen Fällen der gesamte Aufbereitungsprozess entwickelt werden. Nach ersten Laborversuchen, in denen die prinzipielle Machbarkeit geprüft wird, ist es wichtig, einen Auslegungsversuch im Technikum darzustellen, der repräsentativ für den Produktionsprozess ist. Bei einem Projekt für ein völlig neues Produkt werden im Technikum auch die Produktmengen für die Bemusterung der Anwender zur Markterprobung produziert. Versuchschargen können daher vom Kilo- bis in den Tonnen-Maßstab reichen.

Bei der Planung von Versuchen muss nicht nur die richtige Maschinenauswahl getroffen werden; oft zeigt sich sehr schnell, dass Standardanlagen auf spezifische Produktbedürfnisse anzupassen sind. Spezifische Materialeigenschaften, wie Abrasivität, Ansatzverhalten, Temperaturempfindlichkeit sind entscheidend für die Auswahl des Verfahrens. Zudem sind die Versuchsbedingungen, z.B. Heißgas, N₂-Betrieb, Kühlung mit Flüssigstickstoff, Mahl-Sichtkreisläufe und Anlagenausüstung für kontaminationsfreie Aufbereitung festzulegen. Ebenso sind die speziellen Erfordernisse des Produkthandlings zu berücksichtigen: Fördern, Dosieren, Abscheiden und evtl. auch Trocknen.

Die Brauchbarkeit der im Technikum hergestellten Muster muss häufig in nachfolgenden Prozessschritten getestet werden, z.B. Formgebung und Sintern. Gegebenenfalls muss ein Abgleich der Parameter der Zerkleinerungs-

versuche mit den Anforderungen der nachgeschalteten Prozessschritte erfolgen. Hier kann es erforderlich sein, dass ein geeignetes Additiv zur Dispergierung oder Stabilisierung erst durch viele Versuche gefunden werden muss.

Die großen Fortschritte in der Automatisierungstechnik und dem Monitoring der Produktionsprozesse sind nicht spurlos am Technikum vorbeigegangen. Viele der installierten Anlagen sind mit modernster Steuerungs- und Regelungstechnik ausgestattet. Versuchsparameter werden kontinuierlich mitgeschrieben. Hilfreich für die Steuerung der Mahlversuche ist ein online-Partikelmesssystem (Messbereich: 0,5...850 µm), das verschiedene Versuchsanlagen überwacht; damit ist eine präzisere Einhaltung von Partikelspektren möglich.

Mit der F+E-Abteilung erfolgt eine enge Kooperation, vor allem wenn es sich um Entwicklungen im Auftrag von Kunden handelt. Aber auch bei der Entwicklung neuer Verfahren wird das Technikum von den Entwicklungsingenieuren intensiv genutzt.

Auswahl von Technikumsversuchen

Aufbereitung von ZrO₂

Zirkondioxid zeichnet sich durch außergewöhnliche Bruchzähigkeit, hohe Verschleißfestigkeit, hohe Korrosionsbeständigkeit und niedrige Wärmeleitfähigkeit aus. Es wird verwendet bei Keramiken in der Medizin (Hüftgelenke, Zahnersatz, Zahnfüllungen etc.), der Elektroindustrie (Brennstoffzellen, Vakuumröhren etc.) und im Maschinen- und Anlagenbau (Düsen, Ventile, Pumpen). Die geforderten Feinheiten liegen in der Regel im Submikronbereich. Diese hohen Forderungen erfüllen Rührwerkskugelmühlen AHM.

Zirkondioxid wird meist in unterschiedlichen chemischen Stabilisierungen hergestellt und aufgemahlen. Mahlbarkeit und Verarbeitung hängen sehr stark von diesen Additiven ab. Die Rührwerkskugelmühle AHM (Bild 2) kann diese Suspensionen in hohen Viskositäten verarbeiten, wobei ein guter Verschleißschutz der Mühlenteile und der Einsatz sehr kleiner Mahlkugeln (bis 0,3 mm) realisierbar sind. Mehrere dieser horizontalen Rührwerksmühlen stehen im Technikum zur Verfügung.



Bild 2 Rührwerkskugelmühlen AHM



Bild 3 Blick in eine Kugelmühle für die Aufbereitung von technischer Keramik

Aufbereitung von Feldspat

Feldspat findet als Flussmittel Verwendung in der Produktion von Porzellanmassen, Emaille, Fritten, Glasuren, Glas, aber auch Schweißelektroden. Typische Forderungen an die Feinheit sind z.B.: 97 % < 45 µm, 97 % < 71 µm und 97 % < 160 µm, wobei der Trend zu feineren Körnungen geht. Zunehmend wird Wert auf spritzkornfreie Produkte gelegt.

Da metallische Verunreinigungen die Qualität des Endprodukts negativ beeinflussen, erfolgt die Aufbereitung eisenfrei, d.h. produktberührte Anlagenteile sind mit Schleißchutz versehen. Kugelmøhlen (Bild 3) werden mit Aluminiumoxid ausgekleidet, die Mahlkörper bestehen ebenfalls aus Aluminiumoxid. Kugelmøhlen in der Trockenaufbereitung arbeiten fast immer im Kreislauf mit einem Windsichter, der natürlich auch an die spezifischen Produkteigenschaften angepasst werden muss. Im Technikum steht eine kleine Kugelmøhle zur Verfügung, die im Kreislauf mit einem Turboplex 100 ATP-Windsichter betrieben wird. Typische Durchsatzleistungen von Produktionsanlagen liegen im Bereich von 2...5 t/h.

Aufbereitung von Spezialprodukten

Eine nach wie vor häufig in der Aufbereitung keramischer Spezialpro-

dukte eingesetzte Maschine ist die Fließbett-Gegenstrahlmøhle. Sie ist Stand der Technik bei der Mahlung keramischer Pigmente, wird aber auch für Fritten, Emaille und Technische Keramikpulver eingesetzt. Sie lässt sich durch einfache Maßnahmen gegen Verschleiß schützen. Im Bild 4 dargestellt ist eine verschleißgeschützte Maschine, die mit Keramik-Sichtrad, Keramik-Düsen und einer Auskleidung des Mahlbehälters ausgerüstet ist.

Die Ausführung der Maschine wird im Detail mit dem Kunden abgesprochen und auf die jeweilige Anwendung optimiert. Der besondere Vorteil der Fließbett-Gegenstrahlmøhle, die Mahlung mit kühler Druckluft, spielt im Bereich der keramischen Produkte keine Rolle. Im Gegenteil, man sollte die Møhle mit Heißluft betreiben, weil dadurch die in der Druckluft enthaltene Energie besser ausgenutzt wird. Im Technikum stehen mehrere Fließbett-Gegenstrahlmøhlen in unterschiedlichen Baugrößen für Versuche zur Verfügung. Einige davon sind für die eisenfreie Aufbereitung harter Stoffe ausgerüstet. Feinheitsforderungen für die Fließbett-Gegenstrahlmøhle liegen häufig im Bereich 97 % < 10 µm und feiner. Die Durchsätze von Produktionsmaschinen betragen wegen der hohen Feinheiten meist nur einige Hundert Kilogramm pro Stunde. KS



Bild 4 Verschleißgeschützte Fließbett-Gegenstrahlmøhle

Mechanofusion: Neue Möglichkeiten für die Nanotechnologie

Hosokawa hat kürzlich eine innovative Technologie vorgestellt, um die Wertschöpfung von Nanopartikeln erhöhen zu können. Die mechanische Fusion von Pulvern wird im allgemeinen in Maschinen durchgeführt, die Prall- und Scherkräfte erzeugen, um Pulver zu dispergieren, zu mischen bzw. zu fusionieren. Konventionelle Anlagen haben all diese Funktionen nicht in einer Maschine. NOBILTA (Bild 1) repräsentiert das innovative Prinzip im Trockenverfahren gleichmäßig Prall-, Druck- und Scherkräfte auf jedes Nanopartikel übertragen zu können. NOBILTA basiert auf einer einzigartigen Konstruktion, die auf der Anordnung von Messern beruht, die horizontal mit 50 m/s rotieren, um im Nanomaßstab eine Dispergierung zu erreichen und Komposit-Partikel herzustellen. "Träger"-Partikel (meist Partikel im Mikrobereich)



Bild 1 NOBILTA-130 (Labormaschine)

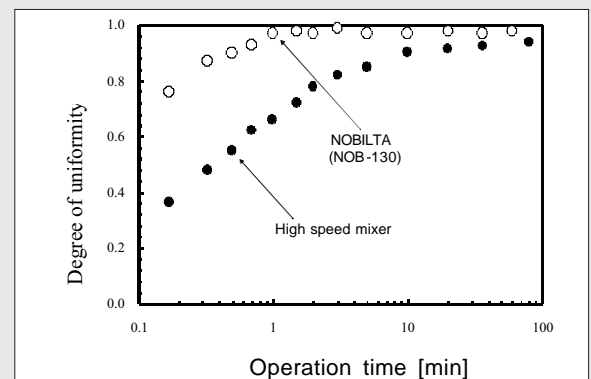
und "Gast"-Partikel (Partikel im Nanobereich) werden in einem Batch-Prozess so behandelt, um definiert gemischte Pulver (sogenannte orientierte Mischungen) für Komposit-Partikel vorzubereiten. NOBILTA ist speziell für Batch-Prozesse konzipiert, während das System, NANO-

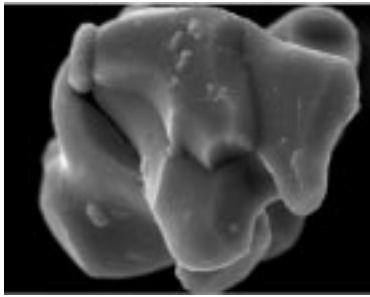
CULAR die gleiche Technologie für kontinuierlichen Betrieb anbietet.

Beispiel 1: Definiertes Mischen

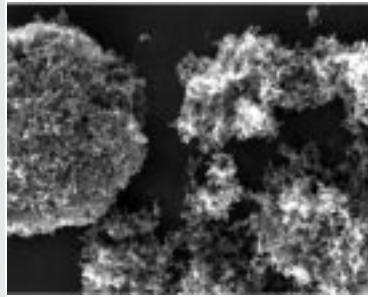
Es wird ein weißes Pulver (Kaliumkarbonat, $D_{50} = 2,4 \mu\text{m}$) mit 5 % eines roten Pulvers (Eisenoxid, $D_{50} = 200 \text{ nm}$) mit den beschriebenen Maschinen gemischt. Bild 2 zeigt den Mischungsgrad über der Misch-

Bild 2
Vergleich der Mischzeiten und erreichten Mischungsgrade eines Hochleistungsmischers (high speed mixer) mit denen in der NOBILTA

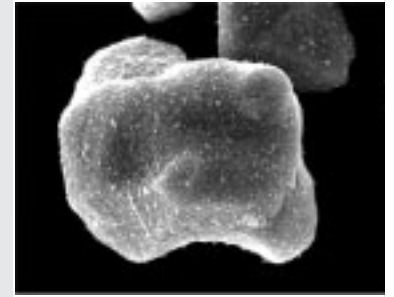




(A) Lithiumkobaltoxid



(B) Nano-Graphite



(C) Kompositpartikel

Bild 3 REM-Photos der Rohstoffe und Kompositpartikel

zeit. Der Mischungsgrad wird mit einem Photometer bewertet, bei dem der Wert 1 die perfekte Mischung beschreibt ("Mischungsgradbewertung" empfohlen von APPIE). Bild. 2 zeigt auch, dass die Mischzeit in der NOBILTA (Kreissymbole) wesentlich kürzer ist als die von konventionellen Hochleistungsmischern (Punkte). Es wird auch deutlich, dass der Mischungsgrad der NOBILTA höher ist als der von konventionellen Mixern

Beispiel 2: Herstellung eines Kompositmaterials

Komposit-Partikel haben oft bessere Eigenschaften als die Partikel der Einzelkomponenten oder gemischte Pulver bei Anwendungen aus den Bereichen der Toner, aufladbarer Batterien, Widerstände, DPI-, EMI-Schirme etc. Eines dieser Beispiele ist in Bild 3 (Kathodenmaterial einer Lilonenbatterie) gezeigt. Nanographitepartikel neigen so stark zur Agglomeration, dass das bloße Vermischen von Graphite (A) mit dem aktiven Material/ LiCoO_2 (B) ein klumpiges, klebriges Agglomerat mit schwacher elektrischen Leit-

fähigkeit entstehen lässt. Die NOBILTA-Technologie kann Pulver mit hoher elektrischen Leitfähigkeit, guter Fließfähigkeit und hoher Schüttdichte realisieren, was auch für die nachgeschalteten Verfahrensschritte Vorteile bringt (Versatzaufbereitung, Trocknung, Verdichtung). Das Bild 3 (C) zeigt, dass das Komposit, das mit der NOBILTA hergestellt wurde, eine perfekte Desagglomeration des Graphites aufweist, der vollständig auf dem Kern der Partikeloberfläche verteilt ist.