

Ultraschallzerstäubung von Pulvern und Fluiden

Transportieren und Dispergieren von Feinpulvern und Flüssigkeiten / Verbrennen mit Ultraschall

Mikropulver und zerstäubte Flüssigkeiten

Mikro- oder Nanopulver und zerstäubte Flüssigkeiten finden zunehmende Verbreitung in der technischen Anwendung. Sie bilden die Grundsubstanzen für die Herstellung vieler Beschichtungen, die aus modernen technischen Produkten nicht mehr wegzudenken sind, z. B. Pulverlacke oder rostabweisende Überzüge. Auch viele Verfahren zur Vorbehandlung von Fügezonen benötigen spezielle Mikropulver oder zerstäubte Fluide als Ausgangsstoff.

Der Transport, die Dosierung und die Dispergierung von Pulvern und Flüssigkeiten sind entscheidende Prozessschritte, um die Substanzen wohldosiert bereit zu stellen. Häufig werden nur kleine, aber gleichmäßige und genau dosierte Massenströme benötigt, und die Qualität des Endprodukts hängt entscheidend von der Konsistenz und der Konzentration der Pulver oder Tröpfchennebel in der Dispersion ab.

Feindosierung von rieselfähigen Pulvern

Gerade die Feindosierung von Pulverströmen stellt häufig ein ernst zu nehmendes Problem in der Verfahrenstechnik dar, speziell dann, wenn nur sehr kleine Massenströme benötigt werden. Für diesen Zweck wurde ein spezielles Ultraschall-Pulvertransportsystem für rieselfähige Pulver entwickelt, bei dem sich der Pulverfluss über die elektrische Spannung des piezoelektrischen Ultraschallerzeugers regulieren lässt.



Bild 1: Pulvertransport- und Dosiersystem mit fließendem Mehl

Transport agglomerierter Pulver

Eine besondere Schwierigkeit bei der Bereitstellung von nicht-rieselfähigen Mikropulvern besteht in der mangelhaften Fließfähigkeit aufgrund der Bildung von Agglomeraten. Dieses Verhalten kennt man im Alltag z. B. von Mehl oder feuchtem Sand: Die einzelnen Partikel lagern sich zu Clustern zusammen, haften an begrenzenden Oberflächen und verklemmen oder verklumpen so stark, dass allein mit Hilfe der Schwerkraft kein kontinuierlicher Pulverfluss erreicht werden kann.

Ultraschall kann hier effektiv Abhilfe schaffen: Regt man die Gefäßwandung eines Behälters oder einer Transportleitung gezielt zu starken Resonanzschwingungen an, so zerfallen die Grobcluster bei hinreichend hohen Beschleunigungen, und die Adhäsion an den schwingenden Flächen wird herabgesetzt (Reibungsreduktion). Auf diese Weise erreicht man eine mechanisch aktivierte Fließfähigkeit.

Zerstäubung von Pulvern mit Ultraschall

Neben der Bereitstellung von Pulvern stellt ihre Feinzerstäubung (Dispergierung) eine wichtige Aufgabe in vielen verfahrenstechnischen Prozessen dar. Die Partikelcluster müssen dazu komplett zerstört werden, was mittels ultraschallakustischer Schalldruckeinwirkung hervorragend möglich ist: Wird ein agglomeriertes Pulver in eine zu Resonanzschwingungen angeregtes Lufschallfeld geleitet, so sorgt der hohe Schallwechseldruck dafür, dass die Cluster komplett zerfallen. Auf diese Weise lassen sich Pulver-Luft-Gemische (Aerosole) mit ausgezeichneter Konsistenz erzeugen und abstrahlen. Über die Schwingamplitude der Ultraschallerzeuger lassen sich die Strömungsgeschwindigkeiten online beeinflussen.



Bild 2: Durch Ultraschall erzeugter Pulvernebel (dispergiertes Mikropulver in Luft)

Zerstäubung von Flüssigkeiten

Ultraschallschwingungen sind auch hervorragend geeignet Flüssigkeiten zu zerstäuben. Man unterscheidet dabei zwei Verfahren, die Kapillar- und die Stehwellenzerstäubung:

Als Kapillarwellenzerstäubung bezeichnet man die Abnebelung von im Ultraschallbereich vibrierenden benetzten Oberflächen (Bild 3). Charakteristisch bei der Kapillarwellenzerstäubung ist, dass sich der mittlere Tröpfchendurchmesser des Sprühnebels über die Frequenz sehr genau einstellen lässt. Anwendung findet dies u. a. bei Ultraschall-Inhaliergeräten oder bei der Vernebelung von Brennstoffen (Bild 4).

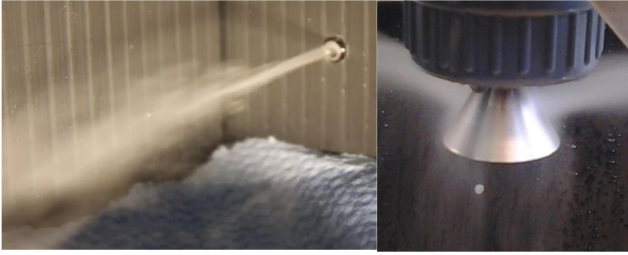


Bild 3: Durch Ultraschall feinerstäubtes Wasser mit einer Tröpfchengröße $< 10 \mu\text{m}$ (links) und Wasserzerstäubung durch Ultraschall mit einem Durchsatz von etwa 20 Litern pro Stunde (rechts).

Als Stehwellenzerstäubung bezeichnet man die Vernebelung in hochenergetischen akustischen Luftschallfeldern (Bild 4). Dabei wird eine Flüssigkeit in die Druckknoten einer stehenden Ultraschallwelle eingeleitet, was bei ausreichend hohen Schalldruckpegeln zu einer sehr effektiven Zerstäubung führt. Bei der Verwendung von Schallerzeugern im 500 W Bereich lassen sich sogar höherviskose Fluide wie Metallschmelzen oder verflüssigte Kunststoffe dispergieren, was z. B. zur Herstellung von Pulverlacken verwendet werden kann.

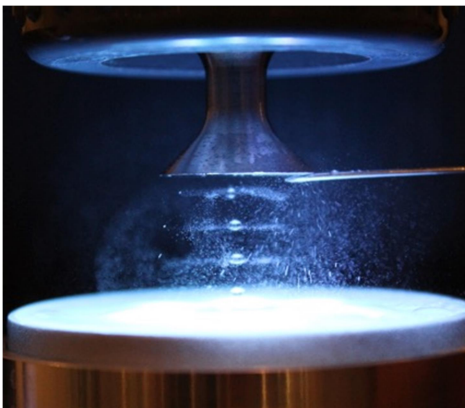


Bild 4: Schwebende Wassertropfen und Nebel zur Sichtbarmachung des zur Levitation und Stehwellenzerstäubung verwendeten Ultraschall-Stehwellenfeldes

Mit Siebzerstäubern (Bild 5) lassen sich Flüssigkeiten vernebeln, wobei die Resonatoren nur minimalen Bau- raum benötigen.

Auch Verbrennungsprozesse lassen sich durch Ultraschallzerstäubung erheblich verbessern (Bild 6), wobei hier die Schadstoffreduktion (NO_x) mit Hilfe von Wasser erhebliches Potential zu besitzen scheint.

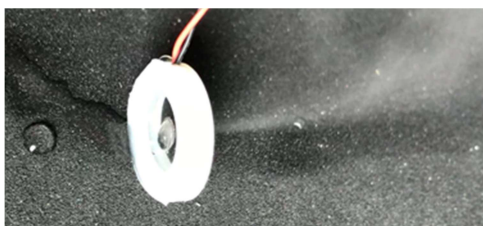


Bild 5: Wassernebelstrahl an einem Siebzerstäuber („Ultrasonic Mesh Nebulizer“, 110 kHz)



Bild 6: Ultraschallzerstäubtes Petroleum brennt ausgezeichnet, obwohl es unter Normalbedingungen nicht brennbar ist.

Die Schwierigkeiten

Im Einzelfall hängt die Wahl des passenden Verfahrens zum Zerstäuben oder Transportieren entscheidend von den Eigenschaften der zu behandelnden Pulver- Grundsubstanzen oder Fluide ab. Hochfrequente Schwingungen (Oberflächenvibrationen oder Ultraschallakustik) bieten eine sehr effektive Alternative zu etablierten Verfahren, wobei im Einzelfall zu prüfen ist, wie effizient die zu untersuchenden Stoffe auf die vorgeschlagenen Verfahren reagieren.

Unsere Kompetenz

Für alle genannten Prozesse entwerfen wir die geeigneten Schallerzeuger und –wandler und bauen Prototypen auf. Häufig handelt es sich dabei um Spezialanfertigungen, da viele individuelle Randbedingungen durch die zu verarbeitenden Substanzen und die verfahrenstechnischen Anlagen vorgegeben werden, in die die Komponenten der Ultraschalltechnik zu integrieren sind.

Weiterhin bieten wir Grundlagenuntersuchungen zur Ultraschallwirkung an und ermitteln durch experimentelle Laborversuche, durch Abschätzungsrechnungen und anhand begleitender Recherchen in Literatur oder Patenten, ob der Einsatz von Ultraschall zur Lösung Ihrer Fragestellungen sinnvoll erscheint.

Kontakt

Autor: Dr.-Ing. Walter Littmann, Leiter der Technischen Entwicklung der ATHENA Technologie Beratung GmbH



ATHENA
Technologie Beratung GmbH
Technologiepark 13
33100 Paderborn

Tel.: +49-52 51-3 90 65 62
Fax: +49-52 51-3 90 65 63

E-Mail: info@myATHENA.de
<http://www.myATHENA.de>