

Ein neues, energiebewusstes Dispergierverfahren für eine voll automatisierte Produktion

Peter Schertenleib, NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH, Selb, Germany

1. Einleitung

Ausgehend von der Idee fein disperse Pulver und Stäube auf einer großen Flüssigkeitsoberfläche zu benetzen, wurde der revolutionäre Inline-Dispergierer Ψ -MIX™ von der Firma NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH entwickelt. Die effektive Benetzung von Feststoffen durch eine hervorragende Dispergierung verbessert die Qualität und ermöglicht einen ausgezeichneten Betrieb der Maschine mit höchster Produktionsleistung. Ein einzigartiges Merkmal des Ψ -MIX™ ist die staub- und emissionsfreie Dispergierung des Produktes in einer geschlossenen Kammer.

Im Vergleich zu konventionellen Rotor-Stator Systemen verbraucht diese Maschine entscheidend weniger Energie für die Dispergierung des Produktes. Es können temperaturempfindliche Produkte sowie Materialien in einem breiten Viskositätsbereich verarbeitet werden. Der Ψ -MIX™ lässt sich leicht in vollautomatische Produktionsanlagen zur Herstellung von großen Batches integrieren und ist speziell für den emissionsfreien und explosionsgeschützten Betrieb hervorragend geeignet. Der Inline-Dispergierer zeichnet sich insbesondere durch die Tatsache aus, dass Fremdkörper in der Pigmentsuspension nicht zu Betriebsstörungen führen und die Anlage nicht schädigen können.



Abb. 1: Inline-Dispergierer Ψ -MIX™

Der Ψ -MIX™ (Abb. 1) kombiniert eine neue Dispergiermethode mit einem emissions- und staubfreien Inline-Betrieb, wobei die Feststoffkomponenten auf einer großen Flüssigkeitsoberfläche benetzt werden. Da sich die Maschine sowohl für die Verarbeitung von niedrig- als auch hochviskosen Suspensionen eignet, lässt sich mit ihr das gesamte Anwendungsspektrum der Dispergiertechnologie abdecken. Die Konstruktion der Mischzone ermöglicht darüber hinaus auch die Verarbeitung von temperaturempfindlichen oder dilatanten Materialien.

Ein hervorstechendes Merkmal des Ψ -MIX™, das wesentlich zu seinem Erfolg beigetragen hat, ist die Entlüftungsfunktion. Während des Verarbeitungsprozesses in dieser neuen Maschine wird das Produkt automatisch entlüftet, was eine wesentliche Verbesserung für die Verarbeitung von Suspensionen auf Wasserbasis darstellt.

Ansatzgrößen von 100 bis 10.000 Liter und mehr können mit nur einer Maschinengröße verarbeitet werden. Dabei ist der Energieeintrag im Vergleich zu konventionellen Einwellen- oder Mehrwellenmischern auf weniger als die Hälfte reduziert.

Die Maschine ist für eine Vielzahl verschiedener Anwendungen geeignet

Mit dem Inline-Dispergierer Ψ-MIX™ sind sämtliche Feststoffstrukturen und -formen in Flüssigkeiten verarbeitbar: Angefangen bei niedrigviskosen Suspensionen, die eine ausgezeichnete Homogenisierung erfordern, über Suspensionen mit hohem Feststoffanteil bis hin zu gerade noch pumpbaren Suspensionen.

<ul style="list-style-type: none"> • Flüssigdruckfarben • Füllstoffpasten • Ink-jet Farben • Hochviskose Füllstoffe • Verwendung von Granulat • Verwendung von Harz-Chips • Mineral-Schlicker • Life-Science-Produkte • Nahrungsmittel • Suspensionen auf Plastisolbasis 	<ul style="list-style-type: none"> • UV-Systeme sowohl flüssig als auch pastös • Nano-Suspensionen • Dispersionsfarben • Mattierungspaste und Füllstoffe • Industrielacke • Automobillacke • Kieselsäure-Suspensionen (Aerosil) • Reaktive Suspensionen • Chemische Suspensionen • Keramischlicker
--	--

ANMERKUNG: Das neue System ermöglicht die schnelle Benetzung und Einmischung von Kleinstmengen an reaktiven Feststoffen in einen niedrigviskosen Produktstrom, wie dies bei Rohrreaktoren notwendig ist.

2. Momentan gängige Dispergiermethoden

Dispergierung von hochviskosen Produkten mit Knetmischern (langsam laufend):	Dispergierung von mittelviskosen Produkten mit Hilfe von schnell laufenden Mischwerkzeugen (Kavitation):
Benetzungsmethode	Benetzungsmethode
Scherwirkung durch die Viskosität; Agglomerate werden zerstört	Scherwirkung durch die Viskosität und Mikro-Kavitation; Agglomerate werden zerstört
Maschinentypen	Maschinentypen
Knetter	Wellen mit feingezahnten Scheiben (Sägezähne)
Planetenmischer	Groß-Chargen-Systeme mit einer Kombination von Ankerrührwerk und Feinzahnscheibe
Butterfly-Mischer	Inline-Schersysteme
Doppelwellen-Mischer	Venturi-Systeme
	Dispergierung durch Gasaustausch und Kondensation
	Dispergierung über (Vakuum) Unterspiegelförderung

Tabelle 1 Momentan gängige Dispergiermethoden

Wenn man die verschiedenen Dispergiersysteme miteinander vergleicht, so liefert die einschlägige Literatur keine schlüssigen Betriebsparameter. Gleichungen beziehen sich auf die mechanische Auslegung von Mischsystemen, um den Energiebedarf zu bestimmen. Der Effizienzbereich, der sich auf Anwendungen und Informationen zum spezifischen Energieeintrag bezieht, bleibt unberücksichtigt. Abb. 2 zeigt die notwendige installierte Leistung in Abhängigkeit von der Produktansatzgröße von gängigen Dispergiersystemen mit Feinzahnscheiben oder Butterfly-Werkzeugen im Vergleich zum Inline-Dispergierer Ψ -MIX™. Die installierte Leistung ist ein Indikator für die Installations- sowie für die Unterhaltskosten.

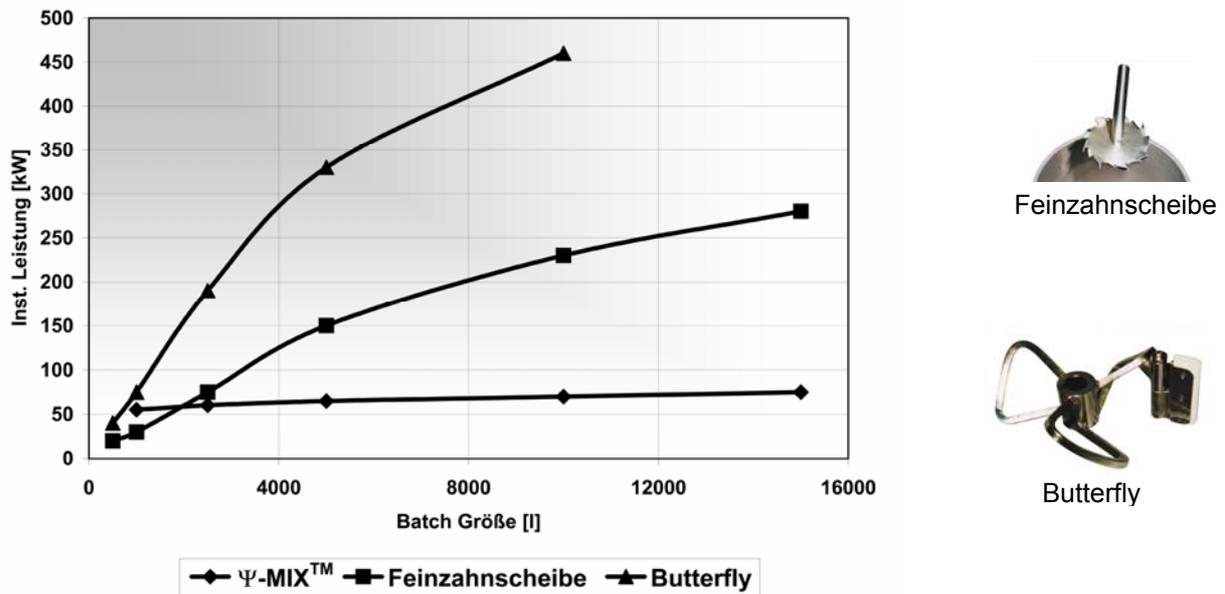


Abb. 2 Vergleich von Dispergiersystemen

Die Prozesszeit des Ψ -MIX™ gilt bereits mit dem Ende der Pulverbeschickung als abgeschlossen. Der Feststoff-Volumendurchsatz von bis zu 5 m³/h zusammen mit dem Schüttgewicht der Trockenkomponenten ergibt somit die Produktionsleistung. Eine zusätzliche Nachbearbeitung ist in den meisten Fällen nicht notwendig.

Die meisten Methoden basieren auf der Bildung von Nassagglomeraten, welche durch den mechanischen Energieeintrag der Drehbewegung zerstört werden sollen. Eines der Probleme bei den konventionellen Verfahren ist die breite Korngrößenverteilung der agglomerierten Partikel, die durch den Benetzungsprozess erzeugt werden, mit einer Größe von 10 µm bis zu 2.0 mm und mehr (siehe Abb. 6). Der Wunsch nach einer staubfreien und zuverlässigen Pulververarbeitung führt uns zu Granulaten und pelletierten Rohmaterialien, welche die Handhabung von Pulvern zwar vereinfacht jedoch die Dispergierfähigkeit stark beeinträchtigt.

Durch die feine Verstäubung der Trockenagglomerate (Abb. 3) wird nur ein geringer spezifischer Energieeintrag benötigt, um einen bestimmten Dispersionsgrad zu erzielen. Wenn man die nachfolgenden Prozessschritte mit einbezieht, wie z. B. die Feinvermahlung (Feindispergierung) in Kugelmøhlen, so wird der Unterschied im Energieeintrag in Bezug auf die gewählte Vordispergierung noch offensichtlicher.

Eine optimale Vordispersierung reduziert die Mahldauer in einer Rührwerksmühle erheblich und macht in einigen Fällen eine anschließende Feinvermahlung überflüssig.

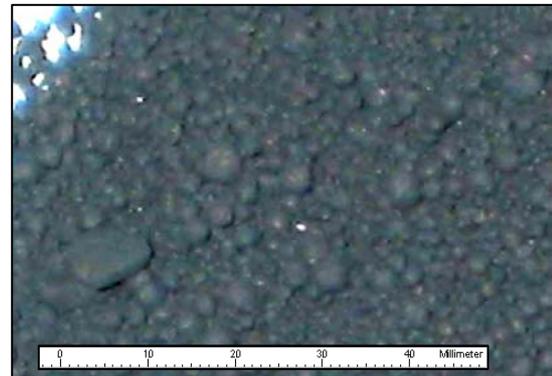


Abb. 3 Granulierter und perlförmiger Zustand

3. Hintergrundinformationen zum Ψ-MIX™

Die Vorteile der Inline-Verarbeitung von Feststoffen in Flüssigkeiten sind wohl bekannt. Neu an dieser Maschine ist die Behandlung der Feststoffe und Flüssigkeiten bereits während der ersten Zusammenführung. Als Auslegungskriterium lag die Forderung nach einer möglichst kontrollierten Nassagglomeratbildung mit dem Ziel einer optimalen Dispersion vor (Abb. 4), d. h., falls möglich, den Qualitätsanforderungen der Suspension zu entsprechen. Im Gegensatz hierzu könnte man die ideale Dispersion so definieren, dass jedes Primärpartikel die vollkommene Benetzung erfährt (Abb. 5). Die ideale Dispersion entspricht jedoch meist nicht den Spezifikationen eines mit herkömmlichen Methoden entwickelten Produktes.

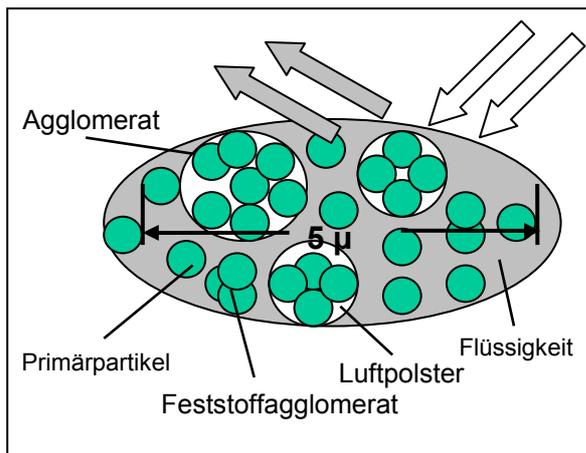


Abb. 4 Optimale Dispersion

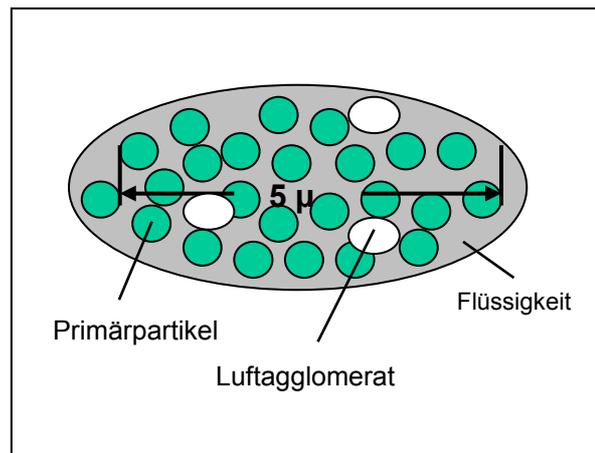


Abb. 5 Ideale Dispersion

Ein Problem für einen schnell ablaufenden Benetzungsvorgang stellt die in der Trockenstoff-Schüttung enthaltene Mikro-Luftmenge dar, welche bereits innerhalb der Trockenagglomerate des Anlieferungszustandes enthalten ist. Beim Eintauchen in die Flüssigkeit werden zwar kurzzeitig die Kapillaren

gefüllt, das Trockenagglomerat wird dadurch aber abgedichtet. Im Kern entsteht so ein Luftpolster, das den Benetzungsvorgang stoppt.

Möglichst hohe Scher-
geschwindigkeiten sollen diese
Nassagglomerate zerstören (Abb.
6). Im Ansatz bieten hier die
Vakuum Unterspiegel-Förderung
oder das Kondensationsprinzip
mit Gasaustausch bereits
akzeptable Lösungen.

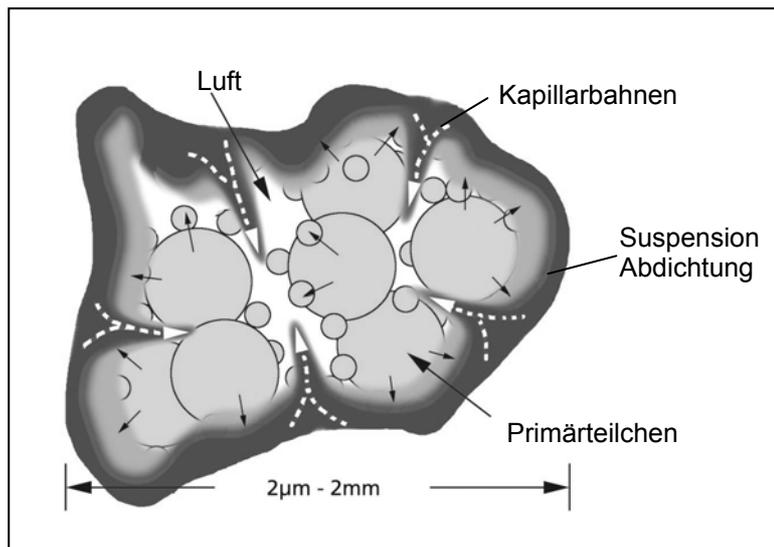


Abb. 6 Nassagglomerat

4. Die neue Dispergiertechnik Ψ-MIX™

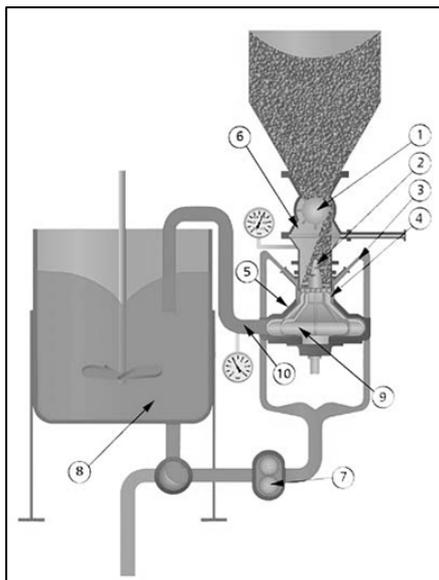


Abb. 7
Schematische Darstellung der
kompletten Anlage

Durch Verbindung einzelner Prozessstufen auf engstem Raum, können die zur optimalen Dispergierung notwendigen Abläufe definiert in Sekundenbruchteilen abgearbeitet werden.

Abbildung 7 zeigt eine schematische Darstellung der kompletten Anlage. Die Dispergierflüssigkeit wird dem Ansatzbehälter (8) zugeführt. Über eine Sackentleerungsstation, ein Silo oder Big-Bag werden die Feststoffe der Zellenradschleuse (1) zugeführt. Mit einer Netzstrompumpe (7) wird die Flüssigkeit aus dem Ansatzbehälter in die Dispergierzone des Ψ-MIX™ gepumpt.

Zum einen können Flüssigkeit und Feststoffe kontinuierlich zudosiert werden, zum anderen kann die Feststoffzugabe bei Zirkulation der Flüssigkeitscharge kontinuierlich erfolgen. Aus Gründen der Qualitätskontrolle wird in der Regel die Zirkulation mit Ansatzbehälter favorisiert.

Abbildung 8 zeigt das Dispergiervorgehen im Detail. Die an einer Feststoffaufgabestelle angebrachte Zellenradschleuse (1) dichtet den Arbeitsbereich gegen die Atmosphäre ab und übernimmt die Dosierung der Pulverschüttung. Im Zuführtunnel (6), welcher unter Vakuum steht, wird das Trockenagglomerat entlüftet und dem Scherkopf (2, Zerstäuber) zugeführt. Das Vakuum wird durch eine Art Hydrozyklone mit Flüssigkeits-Ringpumpen-Effekt erzeugt. Hierbei wird die Flüssigkeit über

eine Netzstrompumpe (7) einer ringförmigen Beschleunigungskammer tangential zugeführt und hydraulisch in Rotation versetzt.

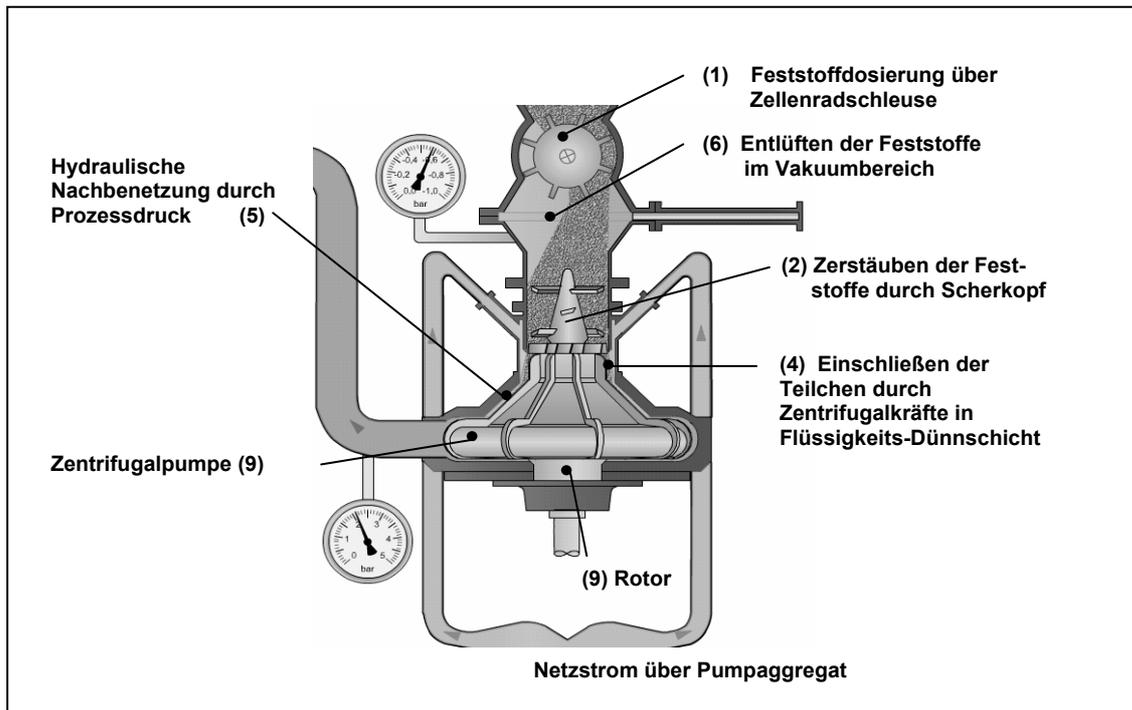


Abb. 8 Prinzip und Prozessstufen im Ψ -MIX™

Die Rotation entspricht in etwa der Drehzahl des Rotors (9), wodurch ein Versprühen der Flüssigkeit in den Zuführtunnel der Trockenstoffe verhindert wird. Es entsteht eine „frei fallende Flüssigkeitsschicht, die durch Zentrifugalkräfte geglättet wird. Nach ca. 100 mm trifft dieser Flüssigkeitsvorhang auf den Rotor und wird beschleunigt ausgetragen. Die von oben fallenden feinverstäubten Feststoffe, werden durch den Rotor (9) in Drehbewegung versetzt und nach außen auf die Flüssigkeitsschicht geschleudert. Die Benetzung erfolgt während des Eintauchens der einzelnen Feststoffpartikel (4) und wird durch den plötzlichen Druckanstieg (5) unterstützt. Bereits am Austritt der Maschine stellt sich eine vollständige Benetzung ein, die selbst bei einer Nachbearbeitung auf einem Dissolver keine weitere Verbesserung erfährt. Durch die zwangsläufig notwendige Drehbewegung des Rotors stellt sich zwar geringfügig eine gewisse Scherung ein, welche jedoch wegen des großen Abstandes zum Gehäuse vernachlässigt werden kann. Hier liegen auch die Gründe für den geringen induzierten spezifischen Leistungseintrag der Erfindung. Offensichtlich wirkt zusätzlich die Mikrokavitation, welche im rapiden Übergang von Vakuum-Dampfphase zu Prozessüberdruck stattfindet, verstärkt auf den Dispergiervorgang ein. Entscheidend für die Funktion der optimalen Benetzung wirkt die schnell fließende Flüssigkeitsoberfläche, die mit mehr als zwei Quadratmetern pro Sekunde zur Verfügung steht. Stellt man nun die Flüssigkeitsoberfläche in Relation zu der spezifischen Oberfläche der verstäubten Feststoffagglomerate, erklärt sich das Grundprinzip des Ψ -MIX™.

Tabelle 2 Technische Daten

Maschine	Ψ-MIX™
Feststoff-Volumendurchsatz	bis zu 5,0 m³/h
Suspensionsstrom	10 – 15 m³/h
Antriebsleistung Rotor	22 – 55 kW
Antriebsleistung Pumpe	5,5 – 7,5 kW
Drehzahlbereich	500 – 2000 1/min
Wegförderdruck	bis zu 3,5 bar
Temperaturanstieg	max. 5°C
Steuerung	CPU
Busanbindung	Profibus
Gesamtgewicht	2700 kg
Abmessungen H/B/T mm	2200/1100/1600
Ansatzgröße l	100 bis >15.000

Die technischen Daten für den Ψ-MIX™ sind in Tabelle 2 beschrieben. Weitere Einzelheiten sind:

- Arbeitsweise im geschlossenen System;
- Anpassung der Dosiergeschwindigkeit über die Viskosität (Vakuumabbau und Leistungsvergleich);
- Entlüftungsfunktion im Dünnschicht-Verfahren;
- Gekühlter Arbeitsbereich;
- Kavitationsdämpfung für Niedersieder;
- Trockenlaufschutz durch Druckmessung (keine Flüssigkeit – kein Vakuum);
- Überflutungssicherung zum Trockenbereich (Druckmessung);
- Geringe Empfindlichkeit gegen Fremdkörper;
- Beschleunigung des Suspensionsstroms durch Pumpe in der Rohrleitung;
- Schwenkvorrichtung für möglichst kurze Wartungsarbeiten;
- Gleitringdichtung mit Überwachungsfunktionen;
- Automatischer Betrieb über SPS und FU für alle Antriebe;
- Störmeldungen im Klartext;
- Bedienung an der Maschine (Service Mode) und Master über Profibus;
- Einbindung in vorhandene Anlagen in Software vorbereitet.

5. Zusammenfassung

Innovative Dispergiertechnik setzt neue Maßstäbe an moderne Produktionsabläufe in allen Bereichen, in denen mikronisierte, pulverförmige Feststoffe mit Flüssigkeiten möglichst fein und homogen zusammengeführt werden müssen. Sollte es den Anschein haben, dass die Entwicklung der Dispergiertechnik still steht, zeigt im Gegensatz hierzu die Erfindung des Ψ-MIX™ neue Ansätze für die Zukunft auf. Es wird nicht ganz einfach sein, ein neues Konzept zu integrieren, aber rein technisch

gesehen liegen hier keine Bedenken vor. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, dass eine derartige Neuerung bei den Mischerherstellern einige Konflikte aufwirft. So müssen etablierte Dispergiersysteme möglicherweise ihre Marktnischen neu definieren und Mühlenproduzenten, aufgrund der höheren Durchsatzleistungen, Anpassungen vornehmen. Jede Münze hat zwei Seiten, jedoch könnte hier auch der Anfang für ein Umdenken geschaffen worden sein, welcher auf innovative Dispergiertechnik hoffen lässt.

NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH
Sedanstraße 70
D-95100 Selb
Tel.: + 49 9287 797-0
Fax.: + 49 9287 797 149
info@nft.netzsch.com
<http://www.netzsch-feinmahltechnik.de>