# Durchdachte Aufbereitungslösungen für »Fluffy Materials«

Artikel vom **17. April 2025**
Recycling / Abfallbehandlung, Aufbereitung und Entsorgung

Für viele Kunststoffe gibt es inzwischen durchdachte Aufbereitungslösungen. Herausfordernd aus Anlagensicht wird es jedoch, wenn unspezifizierte Fraktionen vorliegen. Kommen noch fluffige Materialien aus Folien, Vliesen oder Fasern dazu, müssen Recycling-Prozesse neu gedacht werden. Mehr noch: Teilweise müssen sogar neue Anlagenkomponenten dafür entwickelt werden. Anlagenbauer Zeppelin Systems zeigt, worauf es ankommt und hat passende Lösungen.



»Fluffy Materials« benötigen ein innovatives Konzept für das effiziente Handling (Bild: Zeppelin Systems).

In Recycling-Abfällen ist Bewegung. Zwar unterscheiden sich die Fraktionen aus dem Wertstoffmüll seit jeher, so sind beispielsweise im Winter andere Materialien darin zu

finden als im Sommer. Dennoch basierte die Aufbereitung des Wertstoffmülls auf ähnlichen Materialeigenschaften. Die Situation hat sich mittlerweile geändert. Ein Grund liegt im steigenden Recycling-Anteil von Kunststoffen, wozu auch die gesetzlichen Vorgaben beitragen. Die Europäische Verpackungsrichtlinie 94/62/EG schreibt vor, dass EU-Länder Maßnahmen beschließen müssen, welche die Menge an Verpackungsmüll und deren Auswirkung auf die Umwelt verringern sollen. Ganz konkret bedeutet das: Spätestens bis 31. Dezember 2025 müssen 65 Gewichtsprozent aller Verpackungsabfälle in Europa recycelt werden. Bis spätestens Ende 2030 sind es sogar mindestens 70 Gewichtsprozent. Die Folge: Um die Quoten zu erfüllen, müssen auch größere Anteile an fluffigen Materialien (»Fluffy Materials«), beispielsweise Folienreste, den Recyclingprozessen zugeführt werden. Während es für hartes Grobgut aus PE, PP, ABS oder PS inzwischen gute Recycling-Lösungen gibt, steht man beim Wiedereinsatz der Materialien noch am Anfang. Darunter fallen Weich- oder Dünnfolien (teils aus mehrschichtigen Verpackungsmaterialien), Hartfolien, zum Beispiel von Hartschalenpackungen, aber auch Schaumstoffe, Textilfasern und sogar Wollreste, welche am Anfang des Recyclingprozesses als schwer handhabbare Schüttgüter vorliegen.

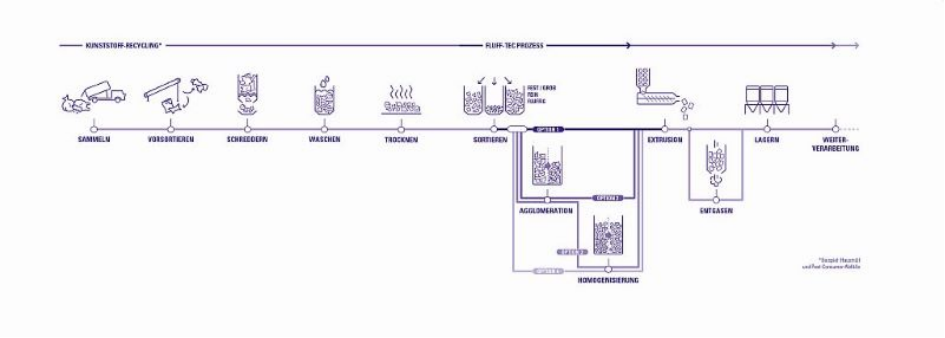
## Am Anfang steht die Analyse der Materialien

Um ein zuverlässiges Schüttgut-Handling zu gewährleisten, müssen die fluffigen Materialien zunächst einwandfrei charakterisiert werden. Wie steht es um deren Fließ-, Förder- und Lagerfähigkeit? Welche Schüttdichten müssen beispielsweise bei der Behälterauslegung berücksichtigt werden? Welche Austragshilfen sind notwendig? Zur Klärung dieser Fragestellungen wurde das »Zeppelin Systems Technology Center« erweitert und um ein spezielles Versuchssilo mit anpassbarem Austragskonuswinkel und modularen Austragseinrichtungen ergänzt. Weitere wichtige Besonderheiten der Materialien sind: Sie verändern unter geringer äußerer mechanischer Belastung oder durch ihr Eigengewicht sehr leicht ihre äußere Schüttgutform (Haufwerk), da das Gas aus den Hohlräumen entweichen kann. Die Kompressibilität der gesamten Schüttung ist dabei sehr hoch, da sich der Hohlraumanteil (Porosität) erheblich verringert. Geht die äußere Belastung zurück oder verringert sich das Eigengewicht durch eine sinkende Schütthöhe, stellt sich eine deutliche elastische Rückdehnung ein. Der Hohlraumanteil vergrößert sich dabei wieder. Dieses Verhalten zeigen normalerweise leichte Schüttgüter mit einem großen Oberflächen-Volumen-Verhältnis (geringe Sphärizität) in einer Schüttung. Auch sehr leicht verformbare, elastische Einzelpartikel oder Agglomerate in einer Schüttung können zu einer sehr hohen Kompressibilität der gesamten Schüttung führen. Schaumstoffartige Einzelpartikel in einer Schüttung können ebenfalls unter geringer Druckbelastung Gas verlieren. Dabei verändert sich die äußere Form der kompressiblen Einzelpartikel und somit auch die äußere Form der gesamten Schüttung.

## Neigung zu Brückenbildung und Zeitverfestigung

Um ein zuverlässiges Handling zu gewährleisten, ist es unerlässlich, die Art der »Fluffy Materials« zu (er)kennen, damit sie im Anschluss qualitativ begutachtet und charakterisiert werden können. In manchen Fällen könnte es notwendig sein, sie auch lager- und transportfähig zu machen, um sie bei Bedarf zu homogenisieren. Dazu gehört auch die Integration und Auslegung zusätzlicher Behandlungsschritte, zum Beispiel Agglomerationsschritten oder Kompaktierungen mit eigenen oder integrierten Lösungen. Im nächsten Schritt können fluffige Materialien gleichmäßig und sicher in den Recyclingprozess eingebracht werden, und zwar unabhängig davon, ob diese Materialien in einen Extruder – im Fall des mechanischen Recyclings – oder in einen Reaktor für chemisches Recycling eingebracht werden müssen. Bei beiden Ansätzen sind für folienartige Materialien geeignete Prozessschritte für eine Kompaktierung und

eine nachfolgende Homogenisierung notwendig, die wiederum in vorhandene Lösungen integriert werden müssen. Dies ist eine spannende Aufgabe, da sich diese Materialien nicht so einfach bändigen lassen wie etwa formstabile Granulate. Zum einen ist der Betreiber oftmals mit stark schwankenden Eingangsmaterialien aus verschiedenen Quellen konfrontiert und die Aufbereitungsanlagen müssen dementsprechend robust gebaut sein, zum anderen halten die fluffigen Materialien auch aus Sicht der Verfahrenstechnik so manche Überraschung bereit.




Mit dem »Fluff-Tec«-Prozess bietet Zeppelin Systems ein solches Verfahren an (Bild: Zeppelin Systems).

Diese Schüttgüter neigen zur Brückenbildung und Zeitverfestigung. Auch die Schüttdichte und der Trocknungsgrad bzw. die Restfeuchte sind zu beachten. Generell ist die Handhabbarkeit sehr herausfordernd, wie der Blick auf die folgenden Verarbeitungsschritte zeigt:

## Lagerung im Silo

Während beispielsweise bei PE-Granulaten das Thema Zeitverfestigung kaum eine Rolle spielt, ist dies ein großes Thema bei fluffigen Materialien. Eine geringe Befüllung des Silos stellt kein Problem dar, aber mit Zunahme der Füllhöhe verändert sich die Schüttdichte. Die Gefahr steigt, dass es zu einer sehr stabilen Brückenbildung im Silo kommt, die das anschließende Austragen aus dem Silo verhindert. Hier hat Zeppelin Systems an das Schüttgut angepasste Lösungen im Portfolio, etwa Silos mit einem Schneckenboden als Austragsorgan, Versuchssilos mit veränderlichem Konuswinkel oder automatisierte Lösungen, die das Material in Bewegung halten.

## Aufbereitung von Mischungen

Um die geschredderten, gewaschenen und getrockneten Kunststoffabfälle in einem nachfolgenden Sortierprozessschritt aufzubereiten, entwickelte Zeppelin Systems einen speziellen Foliensichter. Wird die Folienfraktion ausgesichtet, ist eine prozesssichere Lagerung der übrigen groben Kunststofffraktion im Silo problemlos möglich. Die abgetrennte Folienfraktion wird kompaktiert und dem Extruder ebenfalls zugeführt. Entscheidend dabei ist, den gesamten Prozess zu betrachten. Es genügt nicht, eine Einzelkomponente wie etwa ein Silo oder eine Weiche auf den Prozess zu adaptieren. Vielmehr muss die Prozesstechnik im Recycling der Materialien gesamtheitlich betrachtet werden, damit der Prozess nicht ins Stocken gerät. Dazu gehören Filter- und Separationsschritte ebenso wie Förder- und Dosiertechnik, Verwiegungen, die betriebssichere Lagerung und Austragung sowie energieoptimierte Kompaktierung und Homogenisierung.

## Zeppelin Systems kategorisiert »Fluffy Materials« wie folgt:

Type A: Weichfolien oder Dünnfolien mit einer Schichtdicke kleiner als 200 Mikrometer (*).

Type B: Hartfolien oder Dickfolien mit einer Schichtdicke zwischen 200 und 1000 Mikrometern.

Type C: elastische Granulate oder Agglomerate.

Type D: Schaumstoffe.

Type E: Streifen oder Späne.

Type F: Fasern oder Filamente (lockere Bindung).

Type G: Vlies, Gewebe oder Wolle (starke Bindung).

Dagegen sind Hartfolien mit einer Schichtdicke von mehr als 1000 Mikrometern keine fluffigen Materialien. Typische Beispiele sind Mahlgut aus PE, PP, ABS, PS etc. HDPE-Mahlgut oder PET-Flaschenmahlgut können ebenfalls als »Fluffy Materials« vorkommen.

(*) ungefähre Angaben für Kunststoffe

---

**Zeppelin Systems GmbH**
**Infos zum Unternehmen**

---

**Zeppelin Systems GmbH**
Graf-Zeppelin-Platz 1
D-88045 Friedrichshafen

---

07541 202 02

---

zentral.fn@zeppelin.com

---

www.zeppelin-systems.com

---

© 2025 Kuhn Fachverlag