

Kompaktanlage als Komplettlösung

Aufbereitung. Die trockene Aufbereitung von Kunststoffen steigert die Reinigungsleistung bei gleichzeitiger Minimierung der benötigten Energiemenge. Ein Gesamtkonzept koppelt die Reinigung und Extrusion und nützt die dabei entstehende Abwärme, wodurch eine Optimierung des Recyclingprozesses erreicht wird.



Trockenreiniger mit Nachreinigungsstufe

**GÜNTHER KLAMMER
HERBERT ANGLBERGER
STEPHAN WÜSCHT**

Trockenaufbereitungsanlagen (Titelbild) für Kunststoffe befinden sich seit einigen Jahren auf dem Markt und wurden in dieser Zeit einer stetigen Verbesserung unterzogen. Sie verbinden einen Trockenreiniger mit einem konisch gleichlaufenden Extruder. Beide Anlagenkomponenten werden von der Maschinen- und Anlagenbau Schulz GmbH (M-A-S), Pucking/Österreich, hergestellt und sind somit konsequent aufeinander abgestimmt. Die hohe Wirtschaftlichkeit der kompakten Aufbereitungsanlage wird einerseits durch die Energieeinsparung und andererseits durch den hohen Reinigungsgrad erzielt. So lassen sich Agrar-Stretchfolien aus PE-LD oder PE-HD sowie dünnwandige Hohlkörper oder Be-

cher besonders gut zu hochwertigem Granulat für die erneute Folienherstellung oder den Spritzguss verarbeiten.

Nach Zerkleinerung des Aufgabeguts im Schredder (A, Bild 1) und der Übergabe in einen Pufferbehälter erfolgt die Reinigung durch den Trockenreiniger (B). Dieser ist zweistufig ausgeführt und verfügt über eine Haupt- und Nachreinigung nach dem bewährten Friktionsabscheidungsprinzip.

Die Reinigungs- und Aufbereitungsanlage eignet sich aufgrund des Funktionsprinzips für alle Kunststoffe mit Verschmutzungen, die sich mittels Reibung abtrennen lassen, wie z. B. Erde, Sand oder organische Verunreinigungen. Trockenreiniger stehen mit Durchsatzleistungen von bis zu 1000 kg/h zur Verfügung.

Das Funktionsprinzip des Trockenreinigers, das vom MAS-Partner Ekuma GmbH in Pucking entwickelt wurde, vereint die Trocknung sowie die Reinigung der Kunststoffe in einer Maschine. Das Herzstück der Anlage ist der Rotor. Dieser sorgt für den Eintrag des zerkleinerten

Aufgabeguts vom Pufferspeicher (1, Bild 1) in die 1. Reinigungsstufe (2) und erzeugt zudem ein Wirbelbett, in dem die Kunststoffflakes schweben. Die Trocknung erfolgt durch Einbringen von Heizluft (3) und die Reinigung durch Reibung zwischen den Flakes im Stahlmantel der zylindrischen Kammer. Auf diese Weise abgereinigte Verschmutzungen werden kontinuierlich über radial angebrachte Siebkästen ausgetragen und anschließend über einen Zyklon (4) abgetrennt. Anstelle des Zyklons kann auch ein Abluftfilter installiert werden. Nach der Trocknung und Reinigung in der 1. Reinigungsstufe werden die Kunststoffe über ein Rohrleitungssystem (5) in die Hochgeschwindigkeits-Nachreinigungsstufe (6) überführt. Darin werden noch verbleibende, feinere Restverschmutzungen vom Kunststoff abgetrennt, bevor der Materialaustrag über einen weiteren Zyklon (7) erfolgt. Das Ergebnis ist eine saubere, trockene Folie, die frei von Fremd- und Störstoffen ist.

Anschließend wird das Material in einem Puffersilo, der ausreichend dimensioniert wird, um Produktionsschwankungen auszugleichen, aber nicht zu groß sein darf, um die im Material bereits eingebrachte Energie im Wesentlichen zu erhalten, zwischengespeichert. Die Verarbeitung erfolgt mit dem konischen Gleichläufer von MAS (C), der neben einer ausgezeichneten Homogenisierung auch einen enorm hohen Wirkungsgrad aufweist, sodass möglichst niedrige Schmelzetemperaturen erzielt werden können. Die dabei eingebrachte Energie beträgt 0,20–0,25 kWh/kg [1]. Die anschließende Unterwassergranulierung (E) kann bei der Verarbeitung von PE-LD mit bis zu 80 °C Wassertemperatur betrieben werden, sodass die Wärme in Wärmetauschern dem Trocknungsprozess rückgeführt werden kann.

Die Qualität des Regranulats und somit die Verwendbarkeit hängen von den

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU110592

Prozesstemperaturen, der Homogenität, der Gasblasenfreiheit und der Reinheit ab. Während die verfahrenstechnischen Parameter vom Extruder erfüllt werden, ist die Schmelzefiltration ebenfalls von höchster Bedeutung im Gesamtkonzept. Hier kommt ein eigens entwickelter und patentierter kontinuierlich arbeitender Schmelzefilter (D) zur Anwendung, der bis zu einer Filtrationsfeinheit von 120 µm eingesetzt werden kann.

Die Extruder decken einen Ausstoßbereich von 200 bis 1800 kg/h ab. Die verfahrenstechnische Möglichkeit des gleichlaufenden Prinzips erlaubt zudem das Compoundieren von Additiven und Füllstoffen, sodass das Regranulat zu hochwertigen Produkten verarbeitet werden kann.

Trockenreinigen versus waschen

Einer der großen Vorteile der Trockenreinigung ist der deutlich geringere Investitionsaufwand, der aus dem geringeren Platzbedarf sowie der geringeren Anzahl an Anlagenkomponenten resultiert. Zudem entfällt durch die wasserfreie Funktionsweise nicht nur die Abwasseraufbereitung, sondern auch ein aufwendiger Teil der Betriebsgenehmigung, der Zeit und Kosten in Anspruch nimmt. Die Anlage führt zu geringen Wartungskosten, weniger Personalbedarf, kürzeren Standzeiten und somit geringeren Betriebs-, Instandhaltungs- und letzten Endes Gesamtkosten.

Tabelle 1 zeigt eine Aufstellung von Betriebskosten für die Aufbereitung in einer Wasch- und einer Trockenreinigungsanlage. Es handelt sich um Mittelwerte, die über längere Zeiträume ermittelt wurden und je nach behandeltem Material abweichen können. Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass der Betrieb einer Waschanlage deutlich höhere Kosten mit

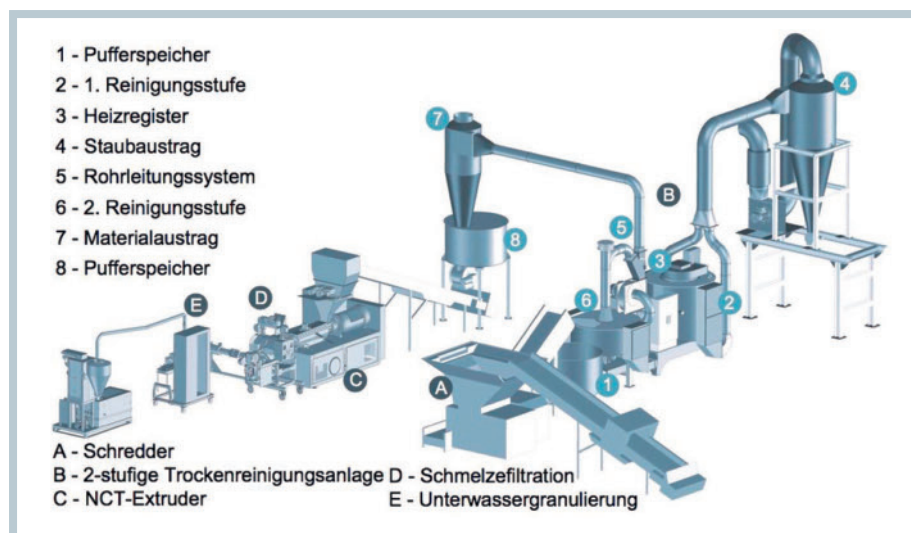


Bild 1. Anlagenschema der Kompaktanlage

sich bringt. Die Abschreibung der Anlage auf sechs Jahre, in EUR/t Material, beläuft sich auf rund das Vierfache einer Trockenreinigungsanlage. Hinzu kommen erhöhte Kosten für die Energie, die Beseitigung von Abwässern sowie die Instandhaltung bei einer Waschanlage.

Trocknungswirkungsgrad

Die benötigte Energie zur Trocknung von Kunststoffen hängt von der Input-Feuchte, der benötigten Output-Feuchte sowie den Klimabedingungen ab. Der Vergleich basiert auf folgenden Parametern (Input-Feuchte 15 %, Output-Feuchte 2 %; Material PE-LD Industrieabfall, leicht verschmutzt, Außenluft: 15°C, 50 % rel. Feuchte, Trocknungsluft: 25°C, 90 % rel. Feuchte). Daraus ergibt sich, durch Berechnungen anhand des Mollier h,x-Diagramms [3], eine theoretische benötigte Trocknungsleistung von 0,143 kW/kg Material. Bei der Trockenreinigung werden da-

von 0,1 kW/kg über Friktion durch die Antriebe sowie das Gebläse ins System eingebracht. Unter Berücksichtigung der gemessenen Werte und des daraus ermittelten Wirkungsgrads ($\eta_{\text{Trockenreinigung}} = 0,9$) werden weitere 0,060 kW/kg benötigt, die über die Wärmerückgewinnung zugeführt werden. Bei Bedarf, in zwei von zehn Fällen, erfolgt ein zusätzlicher Eintrag über das installierte Heizregister. Im Wesentlichen beschränkt sich die eingebrachte Energie somit auf die Leistungen der Antriebe.

Im Vergleich bedarf die Trocknung in der Waschanlage einer Vorentwässerung mittels Zentrifuge (0,075 kW/kg) auf 15 %

i Kontakt

**M-A-S Maschinen- und Anlagenbau
Schulz GmbH
A-4055 Pucking / Österreich
→ www.mas-austria.com**

Position	Trocken-reiniger	Waschanlage	Erläuterung
Investitionskosten [EUR/t Durchsatz]	9,05	35,56	AfA 6 Jahre, 30 % Restwert, 8200 Betriebsstunden pro Jahr
Energiekosten für den Betrieb sowie die Trocknung [EUR/t Durchsatz]	13,58	27,88	0,07 EUR/kWh elektrisch; 0,0275 EUR/kWh thermisch [e-control] [2]
Instandhaltung [EUR/t Durchsatz]	2,70	26,83	Material- und Wartungspersonalkosten
Bedienpersonal [EUR/t Durchsatz]	48,78	48,78	Zwei Personen im Vier-Schicht-Betrieb
Frischwasserkosten [EUR/t Durchsatz]		1,96	Frischwasserkosten für 1,4 m³
Schlamm- und Abwasserbeseitigung [EUR/t Durchsatz]		61,53	0,06 t Schlamm; 1,3 m³ Abwasser
Abfallbeseitigung trocken [EUR/t Durchsatz]	9,90	–	0,06 t Abfälle
Summe	84,01	202,54	Betriebskosten in EUR pro t Durchsatz

Tabelle 1. Es wird deutlich, dass der Betrieb einer Waschanlage höhere Kosten verursacht

Feuchte. Für die anschließende thermische Trocknung sind in Anbetracht des praktisch erhobenen Wirkungsgrads ($\eta_{\text{Waschanlage}} = 0,5$) 0,286 kW/kg notwendig. Daraus ergeben sich in Summe 0,361 kW/kg benötigte Trocknungsenergie.

Aus dem obigen Vergleich wird ersichtlich, dass die Trocknung in der Waschanlage im Vergleich zur Trockenreinigungsanlage des dreifachen Energieaufwands bedarf. Der ohnehin geringere Energieaufwand im Trockenreiniger wird zusätzlich durch die Wärmerückgewinnung minimiert, woraus letzten Endes ein deutlich wirtschaftlicherer Betrieb resultiert. Bei einem Materialdurchsatz von 1000 kg/h (ca. 10 % Verunreinigungen), einer jährlichen Betriebsdauer von 8200 h und einem →

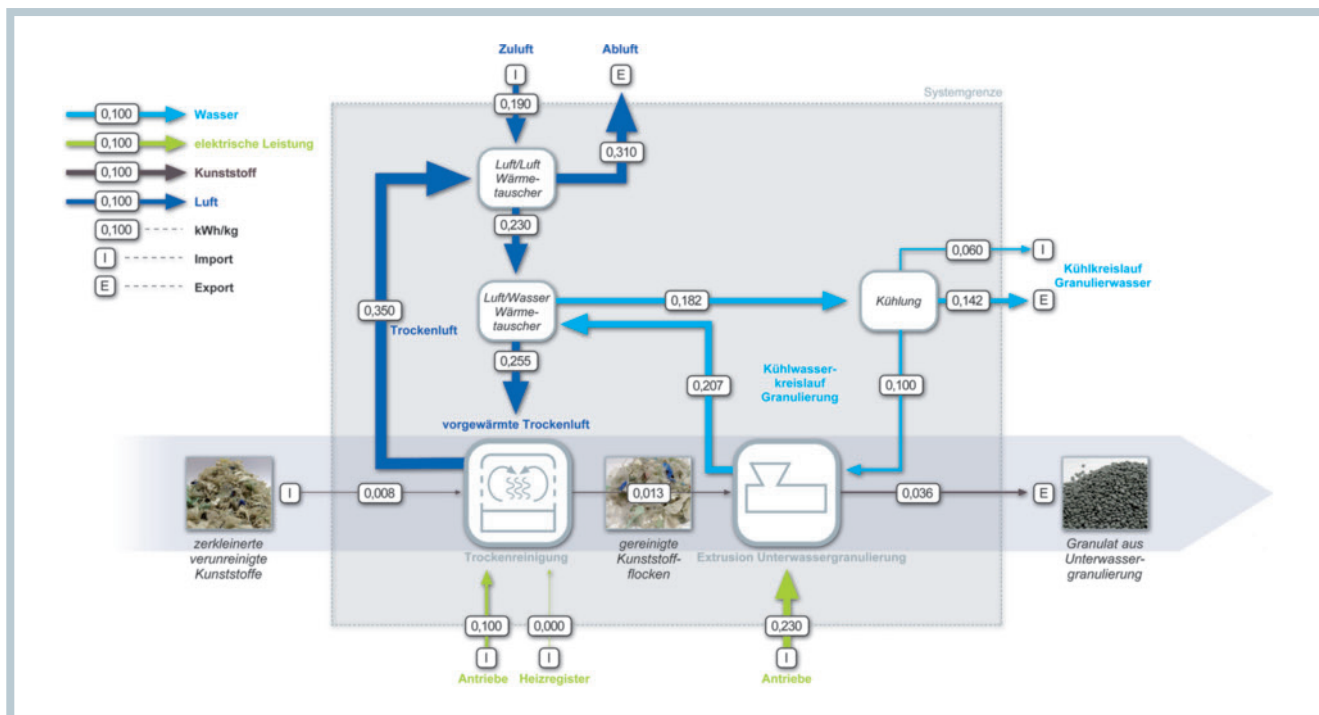


Bild 2. Energiebilanz der Kompaktanlage (Flüsse in kWh/kg)

Strompreis von 0,07 EUR/kWh, einem Gaspreis von 0,0275 EUR/kWh, errechnet sich unter obigen Bedingungen eine Einsparung von über 170 000,- EUR pro Jahr.

Bild 2 zeigt die Energieflüsse eines Trockenreinigers in Verbindung mit einem NCT-Extruder in kWh/kg Durchsatz. Aus der Bilanz geht hervor, dass die benötigte Heizleistung des Trockenreinigers auf null gesenkt wird, da der Energieeintrag über die Antriebe sowie der Wärmetauscher für die Materialtrocknung ausreichend ist. Die Betrachtung der Ströme erfolgt unter Berücksichtigung der Energie, die in der Umgebungsluft und damit im System steckt.

Eine Berechnung der Trocknung in einem Trockenreiniger (Verweilzeit 60 s, Strömungsgeschwindigkeit 42 m/s) unterstreicht die Angaben, da die Trocknung in einer Waschanlage eine Rohrlänge von rund 2520 m erfordert, um bei gleichem Aufwand denselben Effekt zu erzielen. Infolgedessen eignet sich Trockenreinigung nicht nur als Stand-Alone-Anlage, sondern auch als Komponente einer Waschanlage – sei es zur Vorabscheidung grober Verschmutzungen, zur Nachreinigung oder zur effizienteren Trocknung. Letzteres wird bereits erfolgreich betrieben.

Ökologische Vorteile

Durch den wasserfreien Betrieb fallen weder Abwässer noch Schlämme an, die eine Aufbereitung erfordern. Das Resultat

sind Einsparungen hinsichtlich der Investitions-, Abfallbeseitigungs- und Betriebskosten, was den Ertrag steigert sowie die Umwelt schont.

Die Trockenreinigungsanlage besitzt eine integrierte Wärmerückgewinnung, die die Wärme der Trocknerluft und des Kühlwassers nutzt, um die Trockenluft vorzuwärmen. Mithilfe des Kühlwasser-Kreislaufs der Unterwassergranulierung von PE-LD lassen sich bis zu 0,05 kW/kg Heizleistung zurückgewinnen, die zur Trocknung der Materialien verwendet werden. Zusätzlich besitzt die Anlage einen Wärmetauscher zur Nutzung der Trocknerabwärme. In Summe lassen sich bis zu 0,18 kW/kg (Außentemperatur -10°C) Heizleistung zurückgewinnen. Die Trockenreinigungsanlage kann ohne Probleme von -10°C bis zu +30°C eingesetzt werden. Je geringer die Außentemperatur ist, desto höher ist die über Wärmetauscher zurückgewonnene Energiemenge.

Fazit

Trockenreinigung ist eine wirtschaftliche und materialschonende Methode des Recyclings. Geringere Kosten für die Investition und den Betrieb der Anlage ermöglichen eine Steigerung des Gewinns und sorgen für eine kurze Amortisationszeit. Der Einsatz lohnt sich nicht nur als Stand-Alone-Anlage, sondern auch als Teil einer Waschanlage. Die einfache Handhabung und Bedienung sowie der geringe Wartungsaufwand unterstreichen

den energie- und umwelteffizienten Betrieb. ■

LITERATUR

- 1 Klammer, G.: Konisch im Gleichlauf. Kunststoffe 99 (2009) 10, S. 92
- 2 Auswertung der Industriepreiserhebung, <http://www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/strom/dokumente/pdfs/industriepreiserhebung-strom-1-20101.pdf>, am 12.07.2010
- 3 Cerbe, G.; Wilhelms, G.: Technische Thermodynamik. 15. Auflage. Hanser, München, Wien 2006

DIE AUTOREN

DIPL.-ING. GÜNTHER KLAMMER, geb. 1967, ist Geschäftsführer der MAS Maschinen- und Anlagenbau Schulz GmbH, Pucking/Österreich.

HERBERT ANGLBERGER, geb. 1958, ist Gesellschafter und Technischer Leiter der Ekuma Austria Maschinen- und Elektrobau GesmbH, Pucking

STEPHAN WÜSCHT, geb. 1988, studiert Bio- und Umwelttechnik an der FH Wels, Österreich.

SUMMARY

COMPACT SYSTEM AS ONE-STOP SOLUTION

REPROCESSING. The dry reprocessing of plastics enhances the cleaning performance with simultaneous minimization of the required energy input. A one-stop concept couples the cleaning and extrusion of the plastics, thereby utilizing the heat generated and so contributing to an optimization of the recycling process.

Read the complete article in our magazine

Kunststoffe international and on www.kunststoffe-international.com