

Detailansicht der vierflügelig
ausgeführten Schnecke der neuen,
erstmals auf der K 2007 vorgestell-
ten Hochleistungskneter der
MX-Baureihe

(alle Bilder: Buss)

Ko-Kneter für Kabelcompounds

Aufbereitung. Mit der MX-Baureihe präsentiert Buss auf der K 2007 eine neue Generation seiner Ko-Kneter zum Aufbereiten von temperatur- und scherempfindlichen Kunststoffen. Sie erreichen bei gleicher Baugröße den 2,5-fachen Durchsatz und benötigen eine ca. 15 % geringere spezifische Energie.

**HEINI GRÜTTER
RICO TRACHSEL
HANS-ULRICH SIEGENTHALER**

Das Arbeitsprinzip der Ko-Kneter der Buss AG, Pratteln/Schweiz, hat sich gut bewährt und es erlaubt, Kunststoffe besonders schonend aufzubereiten. Kennzeichen dieser spezifischen Verfahrenstechnik ist die durch eine Hubbewegung der Schnecke erzeugte Überlagerung von Längs- und Radialvermischung der Schmelze (siehe Kasten auf S. 3).

Die neuen Hochleistungskneter der MX-Baureihe (Bild 1) stellen eine Weiterentwicklung der universell einsetzbaren Ko-Kneter vom Typ MKS dar. Dabei ist die innovative und bei dem für die PVC-Aufbereitung ausgelegten Ko-Kneter quantec bereits bewährte Vierflügel-Kneter-Technologie [1, 2] konsequent umgesetzt und weiterentwickelt. Durch die im Folgenden erläuterte Neukonzeption lassen sich die MX-Kneter mit Drehzahlen bis zu 800 min^{-1} betreiben. Deswegen ist ihr Durchsatz bei gleicher Baugröße 2,5 mal so groß wie bisher. Gleichzeitig ergeben die MX-Kneter beispielsweise bei halogenfreien, flammge-

schützten Kabelcompounds auf Polyolefinbasis eine noch höhere Produktqualität, d. h. bessere mechanische Eigenschaften, einen wirksameren Flammenschutz und eine bessere Verarbeitbarkeit. Die während der K 2007 bei Buss am Stand A59 in Halle 16 präsentierte Baugröße MX 105 hat einen Schneckendurchmesser von 105 mm und erreicht Durchsätze von 800 bis

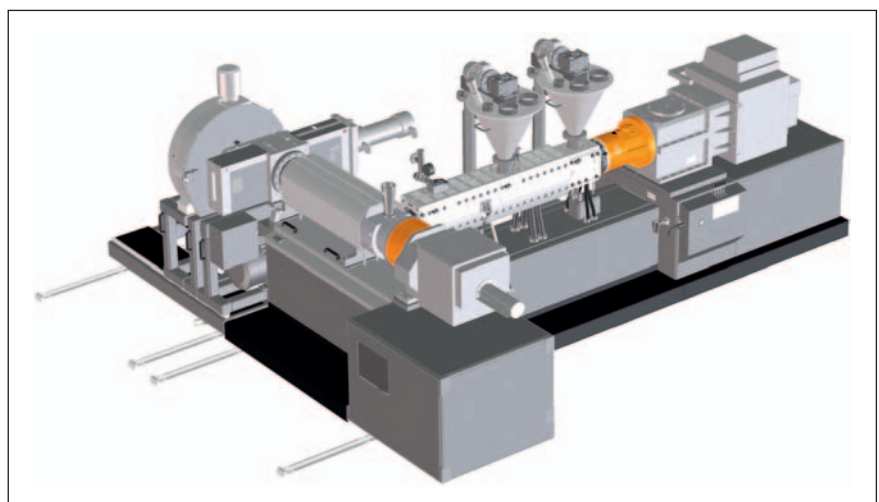


Bild 1. In der schematischen Gesamtansicht sind die wesentlichen Baugruppen der Hochleistungskneter der MX-Baureihe deutlich zu erkennen: Motor-Getriebe-Einheit, Verfahrensteil mit Materialdosierungen, direkt angeflanschte einwellige Austragsschnecke mit Schmelzefiltration und Granulierung

1200 kg/h für halogenfreie, flammgeschützte Kabelcompounds.

Vierflügelige Schnecke und größerer Prozessraum

Entscheidend für die Leistungs- und Qualitätssteigerung bei den MX-Knetern ist die grundlegende Überarbeitung des gesamten Verfahrensteils. Das Verhältnis von Außen- zu Innendurchmesser der Schnecke wurde vergrößert. Dadurch besitzen die MX-Kneter ein erweitertes Volumen des Prozessraums. Zentrale Bedeutung für die Leistungs- und Qualitätssteigerung hat jedoch der Übergang zur Vierflügel-Technologie (Titelbild) [1]. Das Verhältnis von Hub- zu Außendurchmesser wurde vergrößert, was eine höhere Schneckensteigung ermöglicht. Außerdem eröffnen sich umfangreichere Gestaltungs- und Optimierungsmöglichkeiten als bei einer dreiflügeligen Schnecke: Flügel mit langen Flanken verbessern die Förderwirksamkeit, über die Flügelgeometrie lässt sich auch die Dispergierwirkung gezielt beeinflussen, sowohl in distributiver (verteilender) als auch dispersiver (zer-teilender) Hinsicht.

Innerhalb des Verfahrensteils (Bild 2) lassen sich im Wesentlichen vier Funktionsbereiche unterscheiden:

- Einzug von Polymeren, Additiven und Füllstoffen,
 - Aufschmelzen mit dissipativer Energieeinleitung,
 - Zugabe weiterer Füllstoffe,
 - Homogenisieren und Fördern mit geringer Energieeinleitung.
- Für jeden dieser Bereiche wurde das Zusammenspiel von Knetflügelgeometrie und Knetbolzen mithilfe von mathematischen Modellen und deren Überprüfung in Technikumsversuchen optimiert. Dadurch ist es einerseits gelungen, die gesamte spezifische Energieeinleitung zu senken – sie ist bei den MX-Knetern etwa 15 % geringer als bei der bisherigen Bauweise – und gleichzeitig die Mischwirkung zu verbessern.

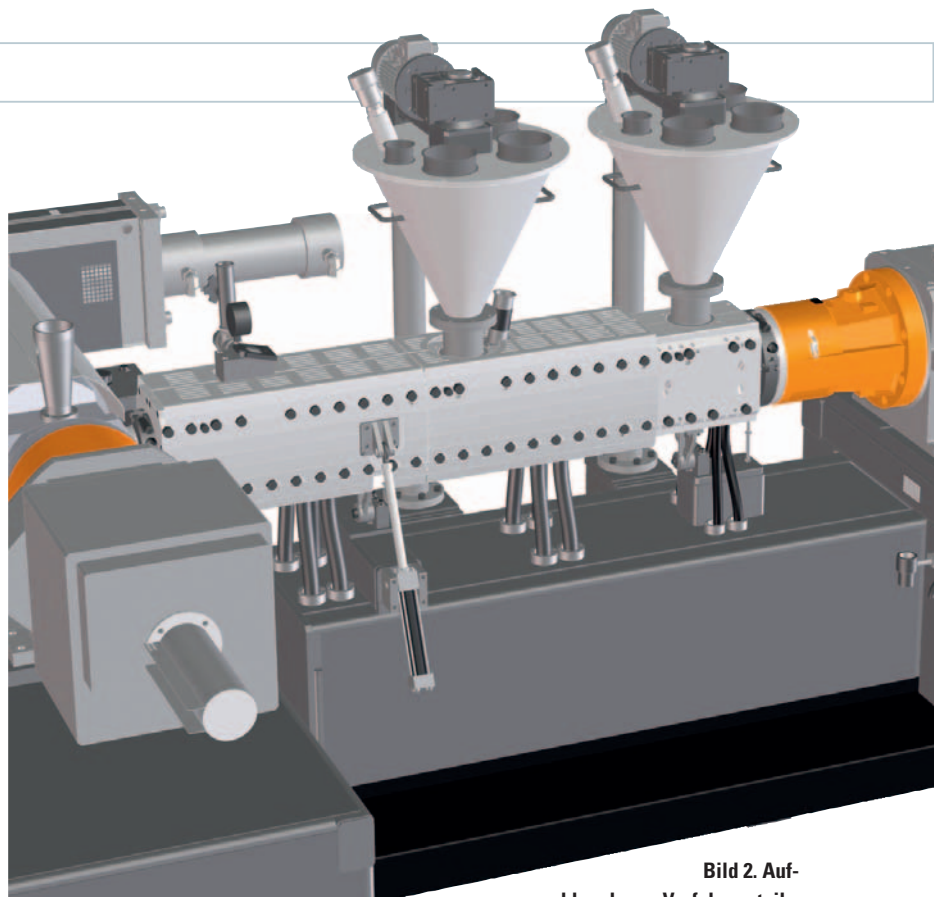


Bild 2. Aufklappbares Verfahrensteil des Hochleistungskneters MX 105, bestückt mit zwei vertikalen Einlaufschnellen zur Materialzufuhr und einem Vakuumschluss für die Entgasung

Die neue Gestaltung des zweiten, für Füllstoffe verwendeten Einzugsbereichs macht es möglich, dass die bei der Materialzufuhr eingezogene Luft zum größten Teil durch eine Rückwärtsentlüftung entweichen kann. Die nachfolgende Entgasung dient dazu, Reste von Monomeren und Feuchtigkeit zu entfernen.

Die mit der veränderten Geometrie des Verfahrensteils erreichten Verbesserungen zeigen sich anschaulich in einem Diagramm, das den Verlauf von Massetemperatur und Durchsatz über der Schneckendrehzahl zeigt (Bild 3). Beim MX-Kneter steigt die Massetemperatur mit der Schneckendrehzahl wesentlich langsamer an (Steigung etwa $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ min}^{-1}$) als beim MKS-Kneter (Steigung über $20\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ min}^{-1}$). Erst durch diese Beherrschung des Temperaturverlaufs im Verfahrensteil ist es möglich, die Drehzahl beim MX-Kneter auf bis zu 800 min^{-1} anzuheben und gleichzeitig die Temperaturgrenze von $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ beim Compoundieren von halogenfrei flammgeschützten Kabelmassen (HFFR-Kabelmassen für Halogen Free Flame Retardant) einzuhalten. Aus der höheren Drehzahl ergibt sich die in Versuchen ermittelte Steigerung des maximalen Durchsatzes von 170 kg/h beim MKS 70 mit 70 mm Schneckendurchmesser auf 525 kg/h beim MX 77 mit 77 mm Schneckendurchmesser. Unter Berücksichtigung der Durchmesser steigt der Durchsatz auf das 2,5-fache an.

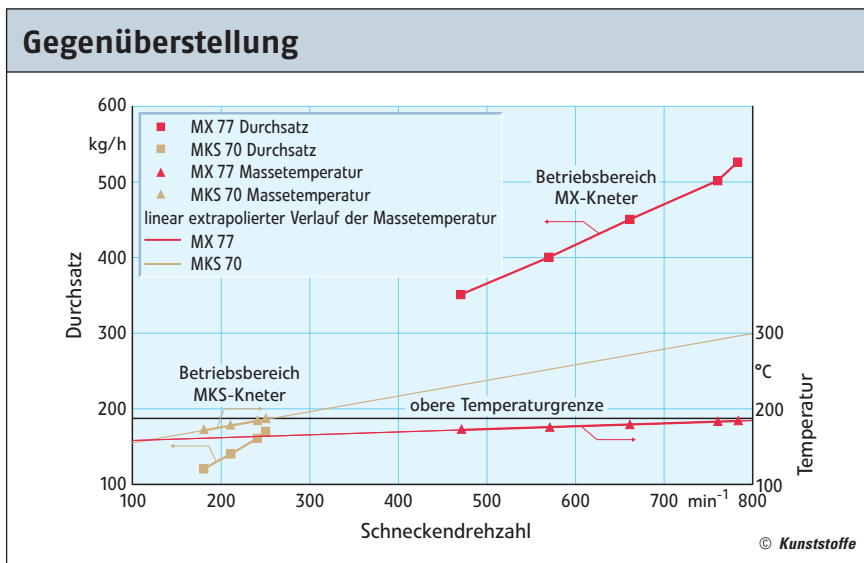


Bild 3. Der Verlauf von Massetemperatur und Durchsatz über der Schneckendrehzahl zeigt die beim MX-Kneter im Vergleich zum bisherigen MKS-Kneter erreichten Verbesserungen besonders anschaulich

Vom Antrieb bis zum Austrag

Neben dem Verfahrensteil hat Buss auch alle anderen Baugruppen des MX-Kne-

ters modernisiert und im Hinblick auf niedrige Fertigungs- und Betriebskosten optimiert.

Für den Antrieb des MX Ko-Kneters wurde eine neuartige Motoren-Getriebe-Einheit gewählt, die aus vier wassergekühlten Asynchronmotoren und einem Planetengetriebe besteht. Die Motoren wirken auf die Planetenräder, die das Sonnenrad antreiben. Zugleich nimmt das Sonnenrad als „Längskupplung“ die Hubbewegung des nachgeschalteten Hubgetriebes auf, das die Oszillationsbewegung der Schnecke in Längsrichtung erzeugt. Die neue Antriebseinheit baut kompakter als der bisherige

Antrieb mit einem zentral angeordneten Elektromotor. Durch die Wasserkühlung ist der Antrieb so leise, dass der MX-Kneter bereits heute die künftigen strengen Lärmschutzwerte einhält.

Im Normalfall weist das Verfahrensteil eines MX-Kneters ein L/D-Verhältnis von 15 auf (L = Länge des Verfahrensteil, D = Schneckendurchmesser) und ist in drei

i	Hersteller
<p>Buss AG Hohenrainstrasse 10 CH-4133 Pratteln Schweiz Tel. +41 61 825 66 00 Fax +41 61 825 68 58 info@busscorp.com</p>	

Gehäusesegmente aufgeteilt. Für besonders schwierig aufzubereitende Compounds oder bei außergewöhnlichen Ansprüchen an die Compoundierqualität kann das Verfahrensteil um 7 D auf insgesamt L/D = 22 verlängert werden.

Das erste Gehäuse dient dazu, Polymere, Additive und einen Teil der Füllstoffe einzuziehen. Im anschließenden Aufschmelzbereich besteht die Möglichkeit, Flüssigkomponenten (z. B. Silan-Haftvermittler) zudosieren zu können. Das zweite Gehäuse mit der bereits erwähnten Rückwärtsentlüftung dient dazu, die restlichen Füllstoffe dem bereits aufgeschmolzenen Material zuzugeben. Die damit zugleich erreichte Abkühlung der Schmelze trägt wesentlich dazu bei, dass die Masstemperatur in der MX-Maschine sehr niedrig bleibt. Danach folgt ein Abschnitt für das Homogenisieren der Schmelze ohne nennenswerten Energieeintrag und kurz vor Ende des Verfahrensteils eine Entgasung.

Die für das Aufschmelzen und Mischen erforderliche Energie wird praktisch vollständig als Scherenergie über die Schnecke eingetragen. Die Gehäusehälften des MX-Kneters werden mit Wasser oder Öl temperiert. Diese Beheizung wirkt hauptsächlich als dynamische Isolation und dient zur Temperaturkonditionierung der Gehäuse-Innenflächen. Diese Konditionierung ist notwendig, um das gewünschte Strömungsverhalten sicherzustellen.

Direkt an den MX-Kneter angeflanscht ist eine einwellige Austragsschnecke. Sie baut den Druck für die Schmelzefiltration und die Granulierung auf und ist mit einer weiteren Entgasungsmöglichkeit ausgestattet. Als alternatives Austragsorgan kann bei speziellen Anforderungen oder Anwendungen auch eine Zahnradpumpe für den Druckaufbau eingesetzt werden.

Der auf Wunsch erhältliche automatische Siebwechsler ist ohne Querschnittsverengung ausgeführt. Nur dadurch ist bei den wandhaftenden Schmelzen sichergestellt, dass die nachfolgende Lochscheibe für das Granulieren gleichmäßig mit Schmelze beaufschlagt wird. Die Granulierung ist als Heißabschlag ausgeführt, bei dem die Granulatkörner unmittelbar in ein schnell strömendes Wasserbad fallen, das auch den Abtransport des Granulats übernimmt. Bei der Granulierung ist es ebenfalls gelungen, die Geräuschentwicklung im Hinblick auf kommende Lärmschutzanforderungen erheblich zu verringern. Entschei-

dend dafür sind der aerodynamisch optimierte Messerrotor sowie bei der Granulierhaube das neue Design und der Übergang von Stahlblech auf Aluminiumguss.

Die neue MX-Baureihe ist modular aufgebaut. Das betrifft den Ko-Kneter und die nachgeschalteten Module wie Austragschnecke, Siebwechsler und Granuliereinheit. Diese sind auf einem Linearsystem in zwei Achsen beliebig verschiebbar. Das erleichtert den Zugang zu den einzelnen Modulen für Reinigungs- und Wartungsarbeiten und ermöglicht einen schnellen Produktwechsel. Als Austragsmodul kann sowohl eine einwellige Austragsschnecke als auch eine Schmelzepumpe zum Einsatz kommen.

Die PC-Steuerung auf Basis von Simatic S7 mit Visualisierung Cimplicity auf einer Windows XP Pro-Plattform erlaubt eine intuitive Bedienung und umfasst die Steuerung und Kontrolle der gesamten Anlage einschließlich Datenerfassung, Rezepturverwaltung etc. Die Anlagensteuerung ist auf Kundenwunsch beliebig ausbaubar.

Arbeitsprinzip des Ko-Kneters
<p>Beim Ko-Kneter, einem einwelligen Schneckenkneter, führt die Schnecke mit jeder Umdrehung zugleich eine axiale Hin- und Herbewegung durch. Außerdem ist die Schnecke in Knetflügel unterteilt und im Gehäuse sind, passend zu den Lücken zwischen den Knetflügeln, Knetzähne verankert. Durch die Überlagerung von Rotation und Längsoszillation der Schnecke bildet sich zwischen Knetflügeln und Knetzähnen eine Dehnströmung mit hoher dispersiver (zerteilender) Mischwirkung zum Aufschluss von Agglomeraten aus. Ein effizientes distributives (verteilendes) Mischen ergibt sich aus der Überlagerung von Radial- und Längsmischeffekt. Beim MKS-Kneter ist jeder Schneckengang in drei Knetflügel aufgeteilt. Die neuen Hochleistungskneter der MX-Baureihe sind vierflügelig ausgeführt, dies erweitert die Gestaltungsmöglichkeiten im Verfahrensteil.</p>

Anwendungsgebiete des MX-Kneters

Die beschriebenen Verbesserungen bei den Ko-Knetern der MX-Baureihe schlagen sich in entscheidenden Fortschritten bei der Anwendung und der Wirtschaftlichkeit nieder. Bezogen auf die Baugröße erreichen sie den 2,5-fachen Durchsatz. Zugleich steigt die Produktqualität an: Halogenfreie, flammgeschützte Kabelcompounds weisen auch bei sehr hohem Füllgrad bessere mechanische Eigenschaften und bessere Werte bei der Flammwidrigkeit auf und sie lassen sich besser verarbeiten.

Das wichtigste Anwendungsgebiet der MX-Kneter ist die Herstellung von hochwertigen Kabelcompounds auf Polyolefinbasis. Besondere Bedeutung hat dabei der halogenfreie Flammenschutz mit Aluminiumhydroxid. Diese Chemikalie spaltet im Brandfall durch eine endotherme Reaktion bei Temperaturen ab ca. 200°C Wasser ab. Dadurch wird die Brandstelle gekühlt und der Zutritt von Sauerstoff erschwert. Für einen wirksamen Flammschutz sind Zugabemengen bis zu 65 Gew.-% gebräuchlich – trotzdem muss die Kabelisolierung noch gute Werte bei Festigkeit und Elastizität aufweisen. Bei diesen schwierig aufzubereitenden Compounds hat sich die erwartete Verbesserung bei Durchsatz und Produktqualität in Versuchen bestätigt.

Eine besondere Herausforderung stellen halbleitende Kabelcompounds, sogenannte Semicon-Compounds, dar. Sie dienen

**SONDERDRUCK aus
Kunststoffe 9/2007**



© Carl Hanser Verlag, München. 2007. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe dieses Sonderdrucks und der Übersetzung behält sich der Verlag vor.

www.kunststoffe.de

in Mittel- und Hochspannungs-Energiekabeln dazu, Feldstärkespitzen in der Umgebung der Litzenleiter zu glätten und Leitungen nach außen abzuschirmen. Um diese Aufgaben erfüllen zu können, enthalten Semicon-Compounds üblicherweise 30 bis 40 Gew.-% Leitfähigkeitsruß. Beim

Aufbereiten muss der MX-Kneter einerseits Ruß-Agglomerate zerteilen, andererseits darf er die feinkörnige Struktur des Leitfähigkeitsrußes beim Einarbeiten in den Matrixkunststoff nicht zerstören. Auch in diesem Fall hat der MX-Kneter bei Produktionsversuchen alle Erwartungen erfüllt: Die mit den neuen Compounds erreichte Oberflächenqualität der Ummantelungen ist besser als bisher, ohne dass die Leitfähigkeit verringert ist. Dies weist darauf hin, dass der Ruß ohne Zerstörung seiner Struktur optimal dispergiert ist.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Hochleistungskneter der MX-Baureihe wurden gezielt zum Herstellen von halogenfreien, flammgeschützten Kabelcompounds entwickelt. Am Markt gewinnen diese Compounds aus Umwelt- und Sicherheitsgründen rasch wachsende Bedeutung. Mit den MX-Knetern lassen sie sich nun wegen der Durchsatzsteigerung um den Faktor 2,5 zu deutlich günstigeren Kosten produzieren. Zugleich weisen diese HFFR-Compounds bessere Eigenschaften bei der Verarbeitung sowie bei der Anwendung als Kabelummantelung auf.

Technikumsversuche haben darüber hinaus gezeigt, dass dieselben Verbesserungen auch bei halbleitenden Kabelcompounds (Semicon) erreichbar sind. Aus diesem Ergebnis lässt sich ableiten, dass die MX-Kneter auch bei weiteren Kabelcompounds, beispielsweise bei Schwarz-Masterbatches, zu entsprechenden Fortschritten führen. Generell dürften weitere Entwicklungsschritte zeigen, dass sich mit den MX-Knetern beim Aufbereiten von scher- und temperaturempfindlichen Kunststoffen die oft gegensätzlichen Ziele der Kostensenkung und der Qualitätssteigerung gemeinsam erreichen lassen. ■

LITERATUR

- 1 Franz, P.: Hochleistung beim Aufbereiten. Kunststoffe 92 (2002) 2, S. 36–38
- 2 Gotzmann, G.: Innovationspreis für Kneter. Kunststoffe 96 (2006) 5, S. 24–25

DIE AUTOREN

DIPL.-ING. HEINI GRÜTTER, geb. 1944, ist Senior Process Engineer bei der Buss AG, Pratteln/Schweiz; heini.gruetter@busscorp.com

DIPL.-ING. RICO TRACHSEL, geb. 1974, ist Leiter der Entwicklung der Buss AG, Pratteln, Schweiz; rico.trachsel@busscorp.com

DIPL.-ING. HANS-ULRICH SIEGENTHALER, geb. 1965, ist Leiter Verfahrenstechnik der Buss AG, Pratteln, Schweiz; hansulrich.siegenthaler@busscorp.com

SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

**Buss Kneader for
Cable Compounds**

COMPOUNDING. *With the MX Series, Buss will present at the K 2007 a new generation of its Buss Kneaders for compounding of temperature and shear sensitive compounds. Without any increase in size, they offer up to 2.5 times the throughput and require about 15% less specific energy compared to the present machine.*

*NOTE: You can read the complete article in our magazine **Kunststoffe international** and by entering the document number **PE104001** on our website at www.kunststoffe-international.com*