

LEISTRITZ Extrusion Technology

Weltweit für Sie verfügbar.



Hauptsitz

Leistritz Extrusionstechnik GmbH
Markgrafenstr. 36-39
90459 Nürnberg
Germany
T +49 911 4306-444
E extrusion-service@leistrizt.com



Technologie- & Service-Standorte

Leistritz France Extrusion
Ceyzeriat, Frankreich

Leistritz Advanced Technologies Corp.
Somerville/NJ, USA

Leistritz Machinery (Taicang) Co., Ltd.
Shanghai, China

Leistritz Machinery (Taicang) Co., Ltd.
Taicang, China

Leistritz SEA Pte. Ltd.
Singapore

COMPOUNDING

Neue Eigenschaften für Polymere



extruders.leistrizt.com

COMPOUNDING.

HOHE DURCHSÄTZE IN BESTER QUALITÄT

Materialeigenschaften im Fokus

Die Anforderungen an Kunststoffkomponenten steigt stetig. Um den am Markt geforderten Kriterien gerecht zu werden müssen die Eigenschaften der Polymere neu- bzw. weiterentwickelt werden. Die Compoundierung ersetzt die aufwendige Entwicklung neuer Polymere.

Compoundieren, ein Verfahren, bei dem das Polymer aufgeschmolzen und mit anderen Zusatzstoffen, wie Additiven, Füllstoffen oder Verstärkungsmitteln, gemischt wird.

Dieser Prozess ändert die physikalischen, thermischen, elektrischen oder ästhetischen Eigenschaften (Leitfähigkeit, Flammhemmung, Abriebfestigkeit, Farbe etc.) des Kunststoffes. Das Endprodukt wird Compound genannt. Das Compoundieren, also das Aufbereiten von Kunststoffen, ist eine Paradedisziplin der Leistritz Doppelschneckenextruder.

Typische Compoundieraufgaben sind unter anderem:

- Verstärken von Polymeren, z.B. durch die Einarbeitung von Fasern (Glas-, Kohle- oder Naturfasern)
- Optimierung der Formstabilität und Bruchfestigkeit von Polymeren, z.B. durch die Einarbeitung von anorganischen Füllstoffen, Glaskugeln
- Verbesserung des Fließ- und Flammschutzverhaltens von Polymeren, z.B. durch die Einarbeitung von niederviskosen Substanzen oder Flammhemmern
- Modifikation von chemischen, physikalischen oder mechanischen Eigenschaften von Polymeren
- Herstellung von Polymerblends, durch das Mischen von kompatiblen oder inkompatiblen Polymeren (z.B. Schlagzäh-Modifizierung von Thermoplasten)

Compoundieren

heißt, das Anforderungsprofil des Endproduktes optimal zu erfüllen.

Basis: Rohpolymer

- Füllen (z.B. CaCO₃, Holzmehl, Talkum)
- Verstärken (z.B. Glas-, Kohlefasern)
- Additivieren (z.B. Flammschutz, UV-Stabilisatoren)
- Vernetzen von Elastomeren (z.B. TPE-V)
- Reaktive Extrusion
- Blending (z.B. PC + ABS)



EINARBEITEN VON FÜLLSTOFFEN.

Auf gute Dispergierung kommt es an

Die Zugabe von Füllstoffen zu Polymeren dient zur Verbesserung der Polymereigenschaften und/oder zur Reduzierung des Compoundpreises. Die guten Einarbeitungsmöglichkeiten von Füllstoffen in die Polymermatrix werden in einer großen Vielzahl von Anwendungen, wie etwa der Herstellung von Computergehäusen, genutzt. Ein weiteres Beispiel sind Abwasserrohre. Hier wird der Füllstoff zur Geräuschkämpfung verwendet, damit z.B. keine Spülgeräusche in Mehrfamilienhäusern hörbar sind. Leistritz Extruder sind in der Lage, sehr hohe Füllstoffanteile einzuarbeiten, wie etwa beim Füllstoff-Masterbatch.

Das Polymer kann in diesem Fall mit bis zu 85% Füllstoffen, wie z.B. Kreide oder Talkum, versetzt werden. Beim Einarbeiten von Füllstoffen werden Seitenbeschickungen (siehe S. 14) verwendet. Bei größeren Anteilen von Füllstoffen können zwei oder mehr zum Einsatz kommen. Der modular aufgebaute Extruder wird in diesen Fällen einfach verlängert. Der Volumenstrom der zugeführten Materialien wird - je nach Formulierung - auf die vorhandenen Zuführungsmöglichkeiten verteilt, um Abrasion zu minimieren und den Füllstoff möglichst gut zu benetzen.

Die vorrangige Anforderung an den Extruder ist es, große Mengen des Füllstoffes einzuarbeiten. Dabei besteht die Hauptaufgabe darin, den Füllstoff optimal zu dispergieren und in die Polymermatrix zu verteilen (siehe auch S. 10-11).

Der Einarbeitungsprozess kann in folgende Schritte unterteilt werden:

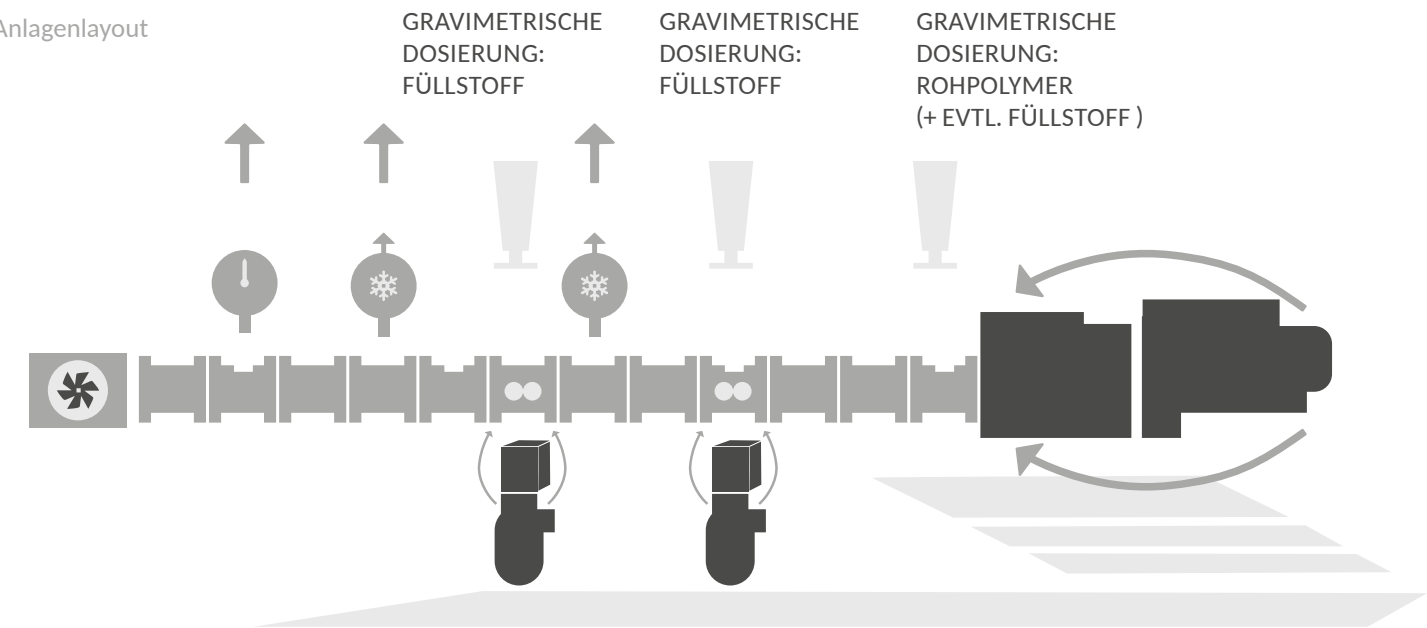
- Aufschmelzen der Polymermatrix
- Benetzen des Füllmaterials mit Schmelze
- Zerteilung von Agglomeraten (dispersives Mischen)
- homogene Verteilung in der Matrix (distributives Mischen)
- Homogenisierung und Entgasung der Schmelze

Häufig verwendete anorganische Füllstoffe

- **Talkum** ist plättchenförmig und verleiht dem Endprodukt spezielle Oberflächeneigenschaften
- **Calciumcarbonat (CaCO₃)** ist kubisch
- **Bariumsulfat (BaSO₄)** sind rhombische quaderförmige Kristalle. Sie haben ein hohes spezifisches Gewicht und eine große Dichte
- **Wollastonit** ist faserig und hat verstärkende Eigenschaften

Rezepturbeispiel: 70 - 80% CaCO₃ + 18 - 30% Polyolefine + 0 - 2% Additive

Anlagenlayout



Füllstoffkriterien

Füllstoffe werden in Kunststoffe eingearbeitet, um die Materialeigenschaften des Compounds zu verbessern bzw. um Kosten einzusparen. Hier gibt es vier wichtige Faktoren, die die Wechselwirkung zwischen Füllstoff und Polymermatrix beeinflussen:

■ Teilchenform

Teilchen mit kleinem Aspect ratio (z. B. Glaskugeln, CaCO₃ oder BaSO₄) verbessern in der Regel das Elastizitätsmodul. Teilchen mit großem Aspect ratio (z.B. Talkum oder Wollastonit) tragen zur Verbesserung der Zug- und Reißfestigkeit sowie des Elastizitätsmoduls bei.

■ Partikelgrößenverteilung

Das Verhalten der Füllstoffteilchen bei der Verarbeitung hängt sowohl von den Van-der-Waals-Kräften, die zwischen den Partikeln wirken (bei Teilchengrößen > 1 µm), als auch von den dispergierend wirkenden Scherkräften im Extruder (bei Teilchendurchmesser < 10 µm) ab.

■ Oberfläche / Coating

Die spezifische Oberfläche (m²/g) zeigt an, wie viele Haftpunkte es zwischen Füllstoff und Polymerketten gibt: große Oberfläche > viele Haftpunkte > bessere mechanische Eigenschaften (höhere Steifigkeit und Oberflächenglanz des Kunststoffes, bessere Zug- und Reißfestigkeit sowie Schlagzähigkeit). Auch die Oberflächenbeschichtung (Coating) ist wichtig, denn sie ändert die Oberflächenenergie: Eine hydrophile Oberfläche wird hydrophob - hierdurch bilden sich weniger Agglomerate und die Rieselfähigkeit wird verbessert. Die Benetzung funktioniert deutlich besser, wenn die Oberflächenenergien des Teilchens und die Kunststoffmatrix nahe beieinander liegen.

■ Feuchtigkeit des Füllstoffes

Die Feuchtigkeit von Füllstoffen, wie z.B. Kreide, hat einen enormen Einfluss auf die Verarbeitbarkeit im Extruder. Umso höher der Anteil an Feuchtigkeit der Füllstoffe ist, umso mehr Wasser muss aus dem Prozess entweichen.



Beispiel einer Compoundieranlage zur Einarbeitung von Calciumcarbonat

VERSTÄRKEN VON COMPOUNDS.

Bruchfest und steif

Besonders bei Anwendungen, bei denen es auf Eigenschaften wie Festigkeit und Steifigkeit ankommt, wird das Polymer (z.B. PP oder PA) mit Materialien wie Glasfasern, Kohlefasern oder auch Naturfasern verstärkt. Je nach Anwendungsfall kann der Füllgrad von z.B. PP mit Glasfasern bis zu 60% betragen.

Durch die Anlagerung und Verbindung der Polymerketten an die Faserstrukturen entsteht eine hochfeste Verbindung, die den Eigenschaften metallischer Werkstoffe in nichts nachsteht, diese teilweise sogar noch übertrifft. Ihr geringes Gewicht macht verstärkte Thermoplaste besonders im Automobilbau zu einem sehr gefragten Material.

Glasfasern

Das Ziel bei der Glasfaserverarbeitung im Doppelschneckenextruder ist es, die Fasern homogen in die Polymermatrix zu verteilen bzw. eine optimale Längenverteilung im Endprodukt zu erlangen, sowie die Fasern so wenig wie möglich zu zerstören. Die Schlichte (Kompatibilisator) muss dabei zur Polymermatrix passen. Zum Einsatz kommen hauptsächlich Schnittglas oder Kurzglas mit Ausgangsfaserlängen von bis ca. 3 mm. Alternativ kann eine Zugabe auch über Rovings (Endlosfaser) erfolgen.

lange Faserlängen	→	bessere mechanische Produkteigenschaften, schlechteres Fließverhalten in der Schmelze (z.B. bei der Weiterverarbeitung im Spritzguss)
kurze Faserlängen	→	schlechtere mechanische Produkteigenschaften, besseres Formfüllverhalten im Spritzgussverfahren

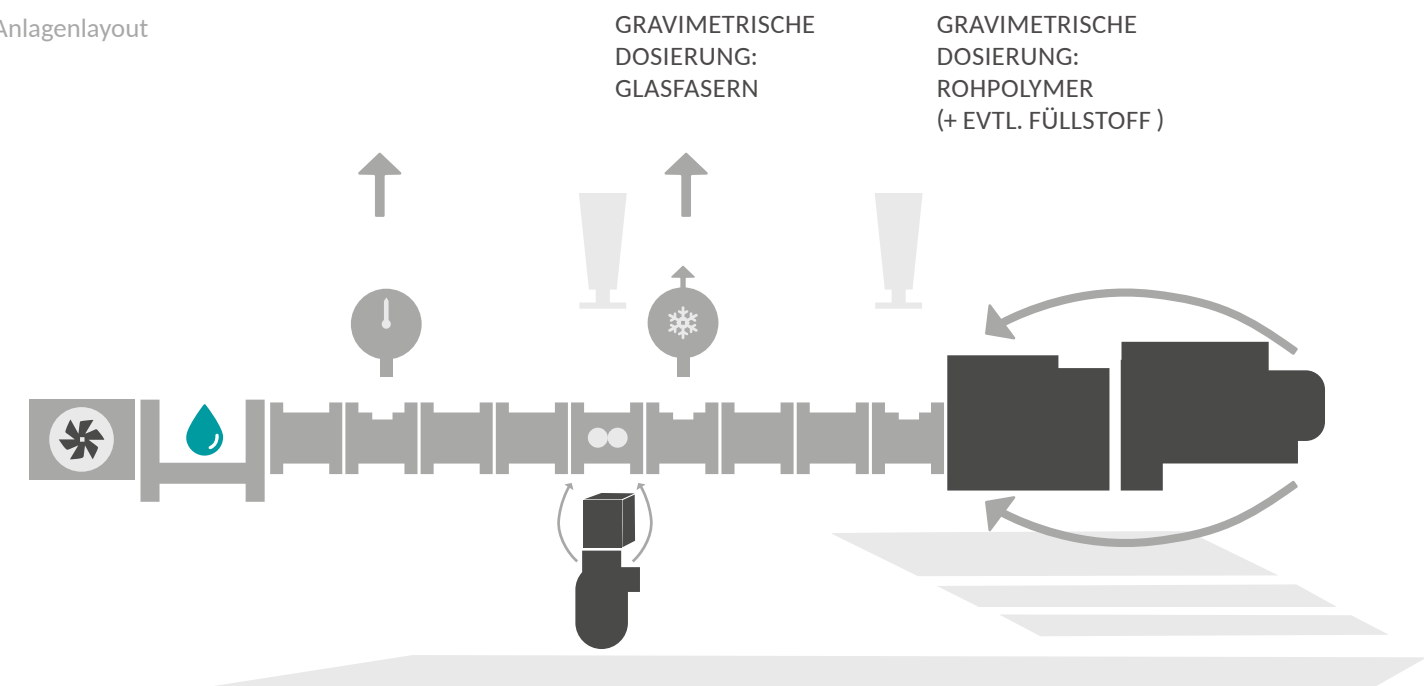
Verarbeitung im Doppelschneckenextruder

Die Zuführung der Fasern erfolgt bei der Compoundierung in der Regel nach dem Plastifizieren in die Polymerschmelze. Fügt man sie bereits über die Haupteinfüllöffnung zu, würde das eine zu starke Zerkleinerung der Fasern in der Plastifiziereinheit und hohen Verschleiß in der Aufschmelzzone zur Folge haben.

REM-Bild: gut eingebettete Glasfasern in einer PC-Matrix
Quelle: Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

Anwendungsbeispiel: 70 - 80% CaCO₃ + 18 - 30% Polyolefine + 0 - 2% Additive

Anlagenlayout



Versuch: ZSE MAXX (Da/Di = 1,66) vs. ZSE HP (Da/Di = 1,5)



Resultate:

- Bei scherempfindlichen Anwendungen ist ein ZSE MAXX Extruder die richtige Wahl.
- Bis zu 55% mehr Durchsatz können hier realisiert werden.
- Aufgrund des höheren Volumens können bei erhöhtem Füllgrad mit gleichzeitig hohem Drehmoment Energieeinsparungen von bis zu 15% erreicht werden.

THERMOPLASTISCHE ELASTOMERE.

Elastisch, biegsam, flexibel

Thermoplastische Elastomere (TPE), auch als thermoplastische Kautschuke bezeichnet, sind eine Klasse von Co-Polymeren oder eine physikalische Mischung von Polymeren, die aus Materialien mit sowohl thermoplastischen als auch elastomeren Eigenschaften bestehen.

Thermoplastische Elastomere sind Werkstoffe, bei denen elastische Polymerketten in thermoplastisches Material eingebunden sind. Sie lassen sich in einem rein physikalischen Prozess durch den Einsatz hoher Scherkräfte, Wärme-einwirkung und anschließender Abkühlung verarbeiten.

Durch erneute Erwärmung können sie wieder aufgeschmolzen und verformt werden.

- Um zu wissen, welches Maschinenkonzept eingesetzt wird, kommt es auf das nötige verfahrenstechnische Wissen an.

Die wichtigsten TPE-Typen im Konsumbereich sind:

- **TPE-S:** Styrol-Block-Copolymer
- **TPO:** Thermoplastische Polyolefinelastomere
- **TPU:** Thermoplastische Polyurethane
- **TPV:** Thermoplastische Vulkanisate

Ihren Einsatzort finden TPE in den vielfältigsten Branchen und Produkten, wie z.B.:

- **Automotive-Bereich:**
Fenstereinfassungen und Bedienelemente
- **Industriesektor:**
Werkzeuggriffe oder Dichtringe
- **Consumer-Bereich:**
Zahnbürsten sowie Verpackungen

Die Herstellung unterschiedlichster thermoplastischer Elastomere verlangt profundes maschinen- und verfahrenstechnisches Wissen. Denn je nach Elastomertyp (von Standard SEBS bis hin zu dynamisch vernetzten TPE-V Systemen) kommen verschiedene Maschinenkonzepte zum Tragen. Es kommt auf das nötige verfahrensspezifische Wissen und flexible Extruder an. Die hier eingesetzten Verfahrenslängen der Doppelschneckenextruder reichen von 48 L/D bis hin zu 68 L/D.

Anwendungsbeispiel TPE-V

TPE-V bezeichnet Thermoplastische Elastomere mit einer vernetzten Kautschukkomponente. Bei der TPE-V-Herstellung werden sehr lange Verfahrenslängen von bis zu 68 L/D eingesetzt. Dadurch können die nötige Verweilzeit und die jeweiligen Prozessschritte generiert werden (Blenden des EPDM mit der Kunststoffmatrix, Einmischen von Zusatzstoffen, dynamische Vernetzung). Sie profitieren von dem hohen Erfahrungsschatz unserer Verfahrensingenieure, die beim Anlagenaufbau das Verfahrensteil individuell auf die durchzuführenden Verfahrensschritte abstimmen.

POLYMERBLENDS.

Facettenreiche Vielfalt

Blends bieten die Möglichkeit, aus dem vorhandenen Potential an Basispolymeren eine Reihe neuer, leistungsfähiger und kostengünstiger Kunststoffe mit maßgeschneiderten Eigenschaften zu erzeugen. Ihr Hauptanwendungsgebiet ist die Automobil- und Elektrobranche. Dort findet man sie in Stoßdämpfern oder Radkappen, sowie in Gehäusematerialien für Telefone oder Computer.

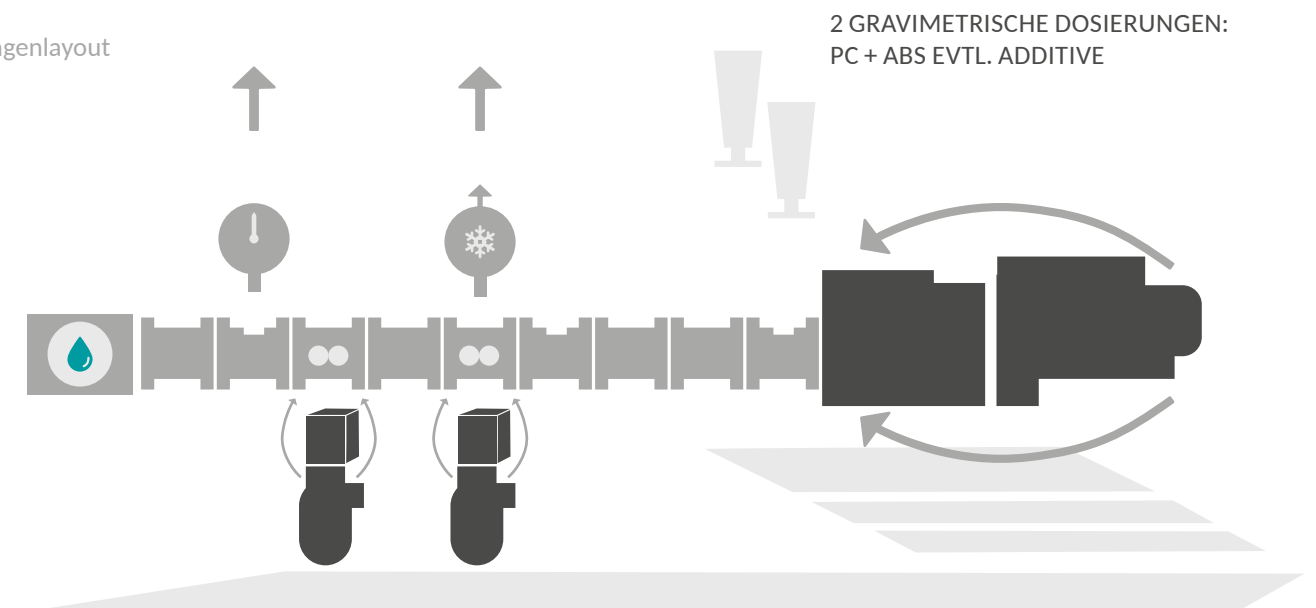
Die Verträglichkeit der Basispolymere ist ausschlaggebend und spielt für die Aufbereitung eine wichtige Rolle.

Es werden drei Gruppen unterschieden:

- Blends mit voller Verträglichkeit zwischen den Basispolymeren (z.B. SMA + SAN, PPO + HIPS)
- teilverträgliche Blends: Basispolymere bilden zweiphasige Matrix, jedoch mit guter physikalischer Wechselwirkung (z.B. PC + ABS, PC + PBT)
- Blends mit unverträglichen Basispolymeren (z.B. PA + ABS, PPO + PA)

Anwendungsbeispiel: PC + ABS Blend

Anlagenlayout



Dieses Polymerblend kombiniert die Vorzüge von Polycarbonat (PC) und Acrylnitril/Butadien/Styrol (ABS). Es ist eines der wenigen Blends, das neben den bloßen Vorzügen der Basispolymere auch einen synergetischen Effekt erzielt: Das daraus resultierende Material erhält Eigenschaften, die keines der Basispolymere aufweist. So wird die Kälteschlagzähigkeit des Blends von keinem der beiden Basispolymere auch nur annähernd erreicht. PC verleiht dem Blend eine hohe Zähigkeit bei Raumtemperatur und Wärmeformbeständigkeit, ABS eine gute Spannrissbeständigkeit und Verarbeitbarkeit. Das Blend verfügt zusätzlich über eine außergewöhnliche Kerbschlagzähigkeit, selbst bei einer Umgebungstemperatur von -30 °C. Wir bieten Ihnen den optimalen Aufbau und achten darauf, dass die beiden unterschiedlichen Polymere auch unterschiedliche Viskositäten in der Schmelze aufweisen. Es kommt nämlich auf die richtige Wahl der Schnecken-geometrie an. Das optimale Setup zum Erreichen einer guten Morphologie erhalten Sie bei Leistritz.

EXTRUSIONSLINIE FÜR HOCHGEFÜLLTE COMPOUNDS.

Hohe Engineering-Kompetenz



High tech-Compoundieranlage für hochgefüllte Compounds



Aufgabenstellung

Konstruktion und Bau einer Anlage für die stabile und größtenteils automatisierte Herstellung hochgefüllter Compounds mit gleichbleibender Produktqualität.

Anlagenkonzept

- Materialversorgung (Säcke, Big Bags, Silos)
- rezepturgesteuerte Ansauganlage für Vormischungen
- gravimetrisches Dosiersystem
- Leistritz Doppelschneckenextruder
- Zahnradpumpe und Siebwechsler
- Unterwassergranulierung
- Abfüllstation
- Steuerungssystem + Leitstand

Verfahrenstechnisches Konzept:

Die Kunst bei der Herstellung eines hochgefüllten Compounds liegt in der optimalen Aufteilung der Materialströme. Eine hohe verfahrenstechnische Expertise ist essentiell, um einen hohen Anteil an Füllstoff möglichst homogen in eine Polymermatrix einzuarbeiten.

Insbesondere die Luftströme, die mit dem Materialeintrag einhergehen, gilt es zu beherrschen. Eine weitere Herausforderung ist die Materialfeuchtigkeit, die den Prozess erschweren kann. Dementsprechend wird das Verfahrensteil und die Schneckengeometrie optimal für diese Aufgabe konfiguriert. Dieses Anlagenbeispiel überzeugt durch den

neuesten Stand der Technik. Durch das hohe Volumen ($Da/Di = 1,66$) des ZSE MAXX Doppelschneckenextruders können maximale Durchsätze gefahren und eine energieeffiziente Herstellung realisiert werden.

Auf die Flexibilität kommt es an: Während die Anlage für die Herstellung hochgefüllter Compounds mit bis zu 85% Calciumcarbonat gebaut wurde, können auf ihr mit minimalen Anpassungen verschiedene andere Prozesse gefahren werden, wie etwa Talkum, Titandioxid oder Bariumsulfat. Auch für den Bereiche Flammenschutz können Aluminium oder Magnesiumhydroxid verarbeitet werden.

GROSSCOMPOUNDIERUNG ZUR PP-STABILISIERUNG.

Kompetenter Systemlieferant

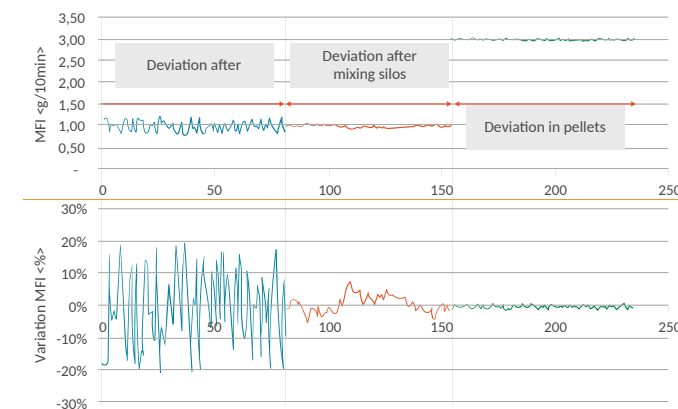
Aufgabenstellung

Konzeption, Projektierung, Abwicklung und Bau einer Großcompoundier-Anlage (Klimazone von -40 bis +40 °C)

Anlagenkonzept

- stickstoffüberlagerte Materialzuführung aus Reaktor
- Misch- und Vorratssilos
- Dosierungen
- Extrusionslinie mit einem ZSE 180 MAXX Doppelschneckenextruder
- Zahnradpumpe und Siebwechsler
- Unterwassergranulierung
- Homogenisier-Silos
- Absackstation mit anschließender palettenloser Palettierung
- Steuerung mit integriertem Online-Rheometer
- Industrie 4.0

Automatisierte Einstellung des MFI Wertes



Beispiel eines Verfahrenstesttechnischen Konzepts

In der vorgelagerten Polymerisationsanlage wird PP hergestellt. Das Rohpolymer-Pulver aus dem Reaktor wird mit Stickstoff überlagert und ca. 350 m zum gleichläufigen Doppelschneckenextruder ZSE 180 MAXX gefördert, wo es gegen die Autooxidation mit Stabilisatoren versetzt wird (Durchsatz 10 t/h). Verfahrenstechnisch spielt die gezielt einstellbare und gleichmäßige Viskosität des stabilisierten Polypropylens während des Extrusionsprozesses eine

ausschlaggebende Rolle. Diese Viskosität wird anhand eines Online-Rheometers während des Prozesses gemessen. Durch Einsatz eines spezifischen Reglers, der in die Leistritz Steuerung integriert ist, wird die Dosierung des Peroxid-Masterbatches und damit die Viskosität (MFR/MFI) auf die Vorgaben angepasst und etwaige Schwankungen im Rohpolymer ausgeglichen.



Panoramablick über die Gesamtanlage

SEITENBESCHICKUNG.

Einfache Materialzuführung - modular anpassbar

Die Seitenbeschickung wird in den meisten Fällen zum Zu-
dosieren von Pulvern verwendet. *Leistritz* bietet für alle
Anwendungen und Extrudergrößen die passende Seiten-
beschickung. Die Serie LSB XX überzeugt durch das hohe
Da/Di-Verhältnis der Schnecken (2,0) und kann auch Mate-
rialien mit sehr niedrigen Schüttdichten fördern.

Besonderheiten der LSB XX:

- Einsatz segmentierter Schnecken möglich
- Adaption der LSB XX an den Extruder durch Zuganker
(LSB XX kann im kalten, leicht zugänglichen Bereich des
Getriebes, ohne Verletzungsrisiko am Extruderzylinder
befestigt werden)
- Optimaler Verschleißschutz
- Option: Innenkühlung der Schnecken zur Dosierung von
Materialien mit niedrigem Schmelzpunkt (wird durch
eine spezielle Getriebekonstruktion möglich)



LSE XX (seitlicher Anbau)

Technische Daten: LSB XX

LSB XX	27	35	40	50	60	75	87	110	135
Extrudergröße	ZSE 27 MAXX	ZSE 35 MAXX	ZSE 40 MAXX	ZSE 50 MAXX	ZSE 60 MAXX	ZSE 75 MAXX	ZSE 87 MAXX	ZSE 110 MAXX	ZSE 135 MAXX
Schneckendurch- messer (mm)	27,5	34,4	40,8	49,5	60,3	75,9	88,4	112,3	138,1
Schneckendrehzahl stufenlos regelbar (U/min)	0-600				0-450				
Antriebsleistung (kW)	0,8	1,5	2,4	3,8	5,3	9,1	14,3	18,6	35,3
Untergestell	ohne					mit			

SEITENENTGASUNG.

Zuverlässiges Entgasen flüchtiger Stoffe

Neben den allgemein bekannten Verfahrensaufgaben
wie Aufschmelzen, Mischen oder Homogenisieren ist das
Entgasen flüchtiger Stoffe wesentlicher Bestandteil der
Kunststoff-Aufbereitungstechnik. *Leistritz* bietet für alle
Prozesse und Extrudergrößen die passende Seitenentgas-
ung. Alternativ zu herkömmlichen, passiven Entgasungssys-
temen gibt es ebenso die *Leistritz* Seitenentgasung LSE XX
und die *Leistritz* Vertikalentgasung LVE XX. Sie ermöglichen
auch bei ungünstigen Prozessbedingungen wie bei Anfahr-
betrieb oder stark schäumenden Produkten eine sichere
Entgasung des Extrusionsprozesses.

In Verbindung mit einem möglichst großen freien Volu-
men im Schneckengang des Extruders und der ständigen
Erneuerung der Produktoberfläche werden optimale Ver-
hältnisse bei der Entgasung der Polymerschmelze geschaf-
fen. Die in der Entgasung eingebauten zwei, gleichsinnig
drehenden Schnecken drücken die eventuell entweichende
Schmelze wieder in die Prozesskammer, lassen aber alle
Gase entweichen. Verstopfungen oder Ablagerungen im
Entgasungszylinder werden auf diese Weise vermieden.
Somit werden die Produktivität und die Sicherheit von
Extrusionsanlagen erhöht.

Technische Daten: LSE XX

LSE XX	27	35	40	50	60	75	87	110	135
Schneckendurch- messer (mm)	27,5	34,4	40,8	49,5	60,3	75,9	88,4	112,3	138,1
Extrudergröße ZSE	27 / 35	40	50	60	75	87	110	135	160 / 180
HP	✓ ✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
MAXX	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ ✓

Technische Daten: LVE XX

LVE XX	27	35	40	50	60	75	87	110	135
Extrudergröße ZSE	27 / 35	40	50	60	75	87	110	135	160 / 180
HP	✓ ✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
MAXX	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ ✓

Besondere Merkmale:

- Da/Di = 2 (erhöhtes freies Volumen)
- LSE-Zylinder mittels Heizpatronen beheizt
- Getriebelaterne gekühlt (Vermeidung der Überhitzung
des Getriebes)
- horizontaler (seitlicher) auf dem Untergestell oder über
einen Adapter (Zylindereinsatz), vertikaler Anbau möglich
(siehe Tabelle)



LVE XX (vertikaler Anbau)