

EXTRUSION



2/2026

VM VERLAG
Cologne/Germany


MOLECOR
Smart water

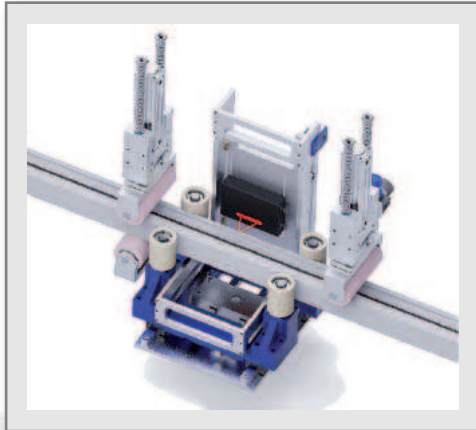
Besuchen Sie uns!
IFAT
Munich

Halle C3
Stand 245

Entdecken Sie das weltweit größte und nachhaltigste Sortiment an PVC-O-Produkten, hergestellt mit modernster und effizienter Technologie für verschiedene Arten von Wasserinfrastrukturen. Lernen Sie auch unsere Produkte für Bauwesen und Abwassertechnik kennen.



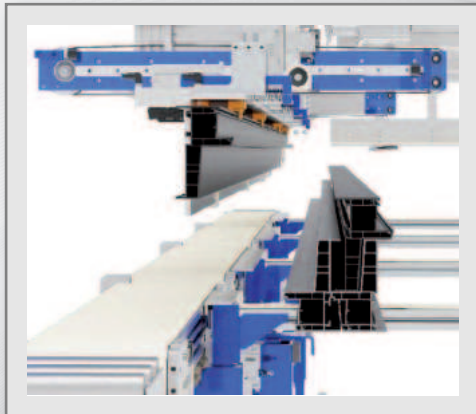
Stein Profilstapelautomat



Profil-Längenmessung während der Extrusion

Durch Messsensoren wird die IST-Länge von jedem Profil ermittelt.

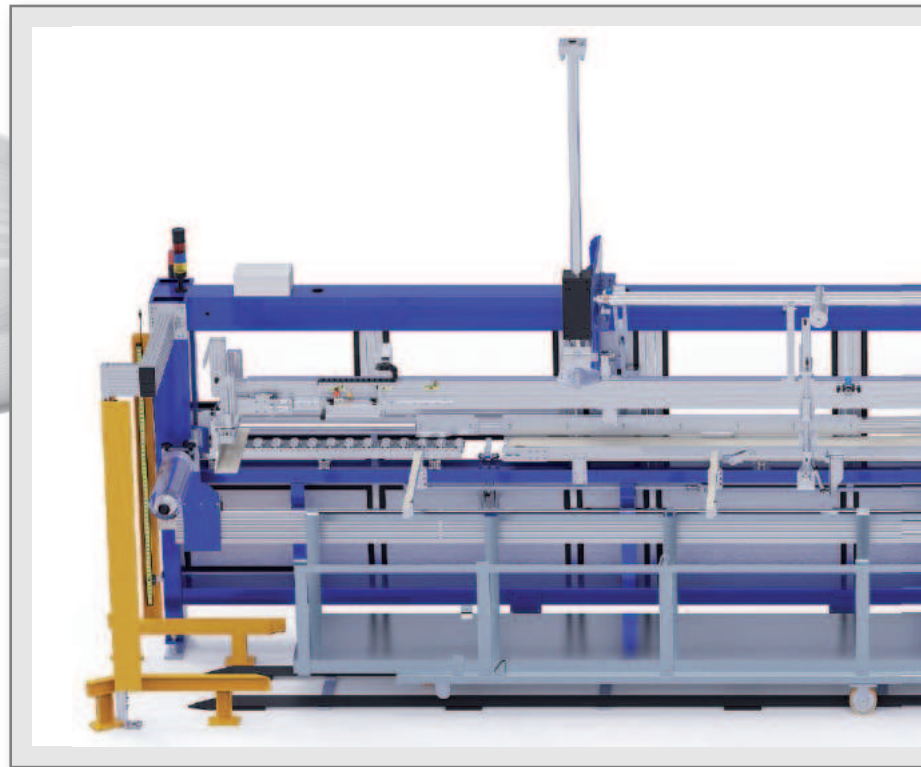
Da der Profilstapelautomat mit der Profiltrennung kommunizieren kann, ist es möglich kürzeste GUT-Längen zu produzieren und dadurch Material einzusparen.



Stapelung besonderer Profile

Stein Maschinenbau bietet technische Lösungen zur Stapelung schwerer und großer Monoblockprofile.

Aufgrund jahrzehntelanger Erfahrung können außergewöhnliche Profilgeometrien oder besondere Lagenbilder auf ihre automatisierte Stapelung evaluiert werden.



Kassettenspreizung

Mithilfe einer Kassettenspreizung ist es möglich dieselbe Packungsdichte der Handverpackung zu realisieren.

Stein Profilstapelautomat



Gewichtermittlung während der Extrusion

Mithilfe spezieller Wägeeinheiten können einzelne Profile vor der Bildung einer Profillage gewogen werden. Das ermittelte Gewicht kann zur Optimierung des Extrusionsprozesses herangezogen werden.

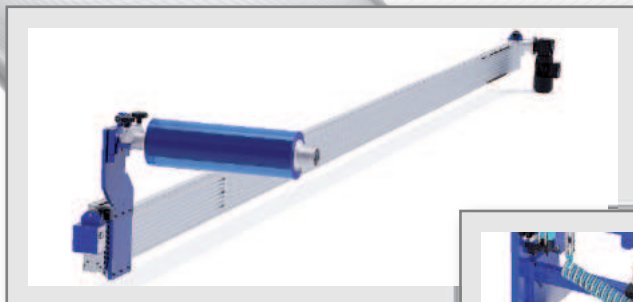


Als Spezialist im Bereich
Sondermaschinenbau finden
wir immer eine Lösung!



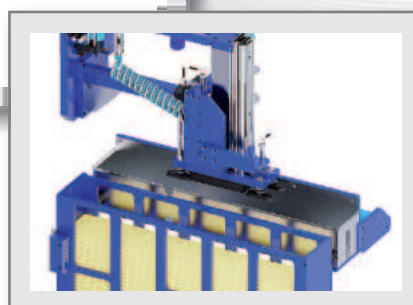
Kassettenhandling

Das Handling ermöglicht sowohl den Einzug leerer Kassetten in den Stapelautomat als auch das Ausschieben der gefüllten Kassetten.



Profilzwischenlage

Endlos als Folienverlegung zwischen den Profillagen oder mit einzelnen Streifen auf der Lage verlegt.



**STEIN Maschinenbau
GmbH & Co. KG**

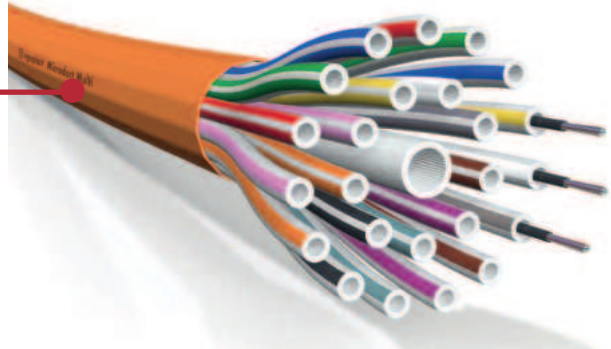
Wartbachstrasse 9
66999 Hinterweidenthal/Germany
Tel. (+49) (0)63 96-9215-0
Fax (+49) (0)63 96-9215-25
stein@stein-maschinenbau.de
www.stein-maschinenbau.de

Inhalt / Content

<i>Molecor</i> https://molecor.com	Titel
<i>Firmen in diesem Heft / Firms in this issue</i>	06
<i>Impressum</i>	07
<i>Branche intern / Industry Internals</i>	08
Rohrextrusion Die effizientesten und nachhaltigsten Lösungen mit PVC-O	18
Kabelherstellung – Anwenderbericht Schnelle Extrusion für schnelle Kommunikation	20
Profilextrusion Die große Vielfalt der modernen Extrusionstechnik	24
Mess- und Steuerungstechnik QC-Offline-Messgeräte für die präzise Qualitätskontrolle	26
Extrudertechnologie – Aus der Forschung Erweiterung von bestehenden Mischungsregeln für die Viskositätsberechnung von ternären Polymerblends	28
Blasformen, Werkzeuge GWDS-Technologie zur Verbesserung der Qualität blasgeformter Hohlkörper – nun auch in Europa verfügbar	34
Folienextrusion, Recycling – Aus der Forschung Werkstoffliches Recycling von PA6-Fasern aus textilen Bodenbelägen – Aufbereitung und Entgasung als Schlüssel für eine stabile Folienextrusion	36
Folienextrusion Erhöhte Produktivität im MDO-Prozess	41
Mess- und Prüftechnik ProfilControl 7 PlastX – Punktgenaue Messtechnik für Standardanwendungen in der Kunststoffextrusion	42
MO's Corner – Serie mit Tipps und Tricks <i>Weshalb müssen volumetrische Dosiersysteme kalibriert werden?</i>	44
<i>kompakt</i>	45
<i>RECYCLING – Regelmäßige Rubrik im Magazin EXTRUSION</i>	49
<i>Im nächsten Heft / In the next Issue</i>	54

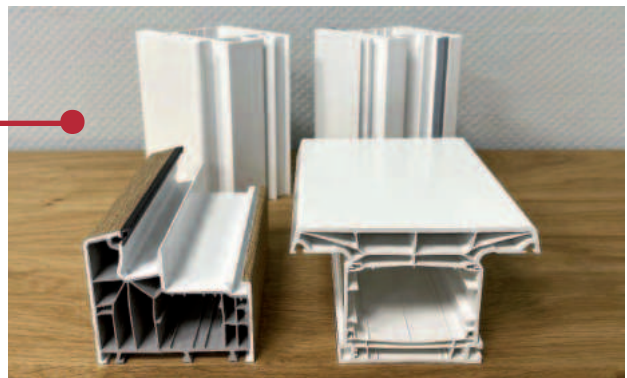
20

Rund 2000 Meter Rohrleitungen und eine Fülle energieeffizienter und intelligenter Technologien versorgen die Extrusionsanlagen bei egeplast mit Kunststoffgranulaten zur Produktion von Microducts und Bündelrohren für die Glasfaserverlegung



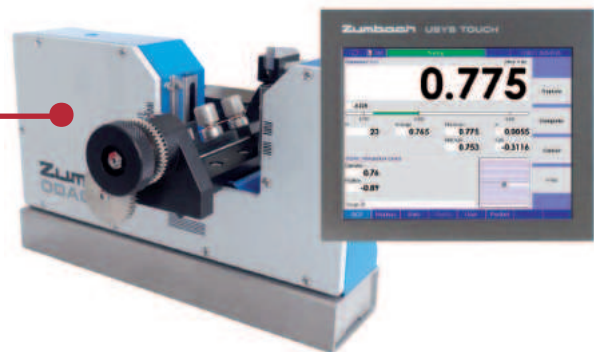
24

Die Fensterbau Frontale gilt als Weltleitmesse der internationalen Fenster-, Türen- und Fassadentechnik. Der deutsche Kunststoffprofile-Hersteller SLS nutzt die Veranstaltung in diesem Jahr, um auf die vielfältigen Möglichkeiten der modernen Extrusionstechnik aufmerksam zu machen



26

Zumbach Electronic hat kürzlich seine neueste Innovation im Bereich der Präzisionsmesstechnik vorgestellt: die berührungslosen QC-Offline-Messstationen, die schnelle, genaue und wiederholbare Messungen für Draht-, Kabel- und Rohrproben ermöglichen



42

So viel Software wie nötig – so wenig Hardware wie möglich: Für das neue Inline-System ProfilControl 7 PlastX hat PiXARGUS die erfolgreiche ProfilControl-Technologie gezielt auf die Anforderungen typischer Anwendungen bei Kunststoff zugeschnitten



Firmen in diesem Heft – *Firms in this Issue*

A dsale	16, U4	Kunststofftechnik Paderborn (KTP)	28
allfo	45	L eistritz Extrusion	14
Anuga FoodTec	9	Lindner	52
B rückner Group	12	M ahlo	13
C HINAPLAS 2026	16, U4	Molecor	Titel, 18
E geplast	20	M o's Corner	44
Exelliq	35	motan	7, 20
Extrusion Global / VM Verlag	33, U3	N exus	14
F akuma 2026	10	P iXARGUS	9, 42
FIMIC	50	R e-strap	51
G roß, Dr.-Ing. Heinz	34	S chall, P.E.	10
Guill Tool & Engineering	15, 46	SKZ	8, 10, 47
H osokawa Alpine	41	SLS	24
I KT-Stuttgart	48	Stein Maschinenbau	U2+03
IKV-Aachen	36	Syklo	14
Innoform Coaching	8	Z wickRoell	46
K iefel	13	ZUMBACH	11, 26
Koelnmesse	9		

46



16



46





VM Verlag GmbH:
Im Mediapark 5, 50670 Köln

VM Verlag GmbH – Redaktion / Editorial Office + Layout:

Postfach 50 18 12, D-50978 Köln
Bettina Jopp-Witt M.A.
(Editor-in-Chief EXTRUSION, EXTRUSION International,
EXTRUSION Asia Edition)
T.: +49 221 5461539,
b.jopp-witt@vm-verlag.com, redaktion@vm-verlag.com

VM Verlag GmbH – Anzeigen + Vertrieb / Sales + Distribution:

Postfach 50 18 12, D-50978 Köln
Dipl.-Ing. Alla Kravets (Administration)
T.: +49 2233 9498793, e-mail: a.kravets@vm-verlag.com
Martina Lerner (Sales)
T.: +49 6226 97 15 15, e-mail: lerner-media@t-online.de
Tanja Bolta (Sales)
T.: +49 152 05626122, e-mail: t.bolta@vm-verlag.com

32. Jahrgang/Volume – Erscheinungsweise / Frequency:

8 Mal im Jahr / 8 issues a year, ISSN 2190-4774

Abonnement / Subscription:

Jahresabonnement: Euro 360,- inkl. MwSt. jeweils inkl.
Versandkosten.

Ein neues Abonnement kann innerhalb von 14 Tagen
widerrufen werden.

Das Abonnement verlängert sich automatisch zu diesen
Bedingungen um ein Jahr, wenn es nicht zwei Monate vor Jahresende
schriftlich gekündigt wird.

Druck + Auslieferung / Printing + Delivery:

maincontor GmbH
Dr.-Gammert-Str. 13a, D-63906 Erlenbach
T.: +49 937294810811, e-mail: info@frankhohmann.com
www.maincontor.de



Organ des Masterbatch
Verbandes

Verlagsvertretungen / Representatives:



JAPAN
T.: +81 (3) 32732731
extrusion@tokyopr.co.jp



CHINA & ASIA
T.: +86 13602785446
maggliu@ringiertrade.com
T.: +886-913625628
sydneylai@ringiertrade.com
T.: +852-9648-2561
octavia@ringier.com.hk

TRICHTERWAAGE

Durchsatzfassung von
frei fließenden
Schüttgütern in Mono-
und Co-Extrusionslinien.



ZERO LOSS

www.motan.com



wire & Tube 2026 – World of Cables

13. - 17. 04. 2026
Düsseldorf / Germany
www.wire.de/weltderkabel

CO₂-based Fuels and Chemicals Conference 2026

28. - 29. 04. 2026
Cologne / Germany
<https://co2-chemistry.eu/>

Plastics Recycling Show Europe 2026

05. - 06. 05. 2026
Amsterdam / The Netherlands
www.prseventeurope.com

interpack 2026

07. - 13. 05. 2026
Düsseldorf / Germany
www.interpack.de

Interplas 2026

02. - 04. 06. 2026
Birmingham / United Kingdom
www.interplasuk.com

PLAST Milan

09. - 12. 06. 2026
Milan / Italy
www.plastonline.org

Equiplast

02. - 05. 06. 2026
Barcelona / Spain
www.equiplast.com

SPE Extrusion Optimization TopCon (Topical Conference)

16. - 18. 06. 2026
Quebec / Canada
<http://speextrusiontopcon.technical-content.com>

Fakuma 2026

13. - 17. 10. 2026
Friedrichshafen / Germany
www.fakuma-messe.de

Innoform-Veranstaltungen

Film Manufacturing Processes - Influence on Film Properties

6. Mai 2026, **Online**

Dieser Teil befasst sich mit der Herstellung flexibler Folien, die einen wesentlichen Einfluss auf die Folieneigenschaften haben. Die wichtigsten Verfahren, die Blasfolien- und Gießfolienherstellung, werden ausführlich vorgestellt. Insbesondere wird der Einfluss der Verfahren auf die mechanischen und optischen Eigenschaften sowie auf die Kosten diskutiert. Anschließend werden Streck-/Orientierungsverfahren vorgestellt, die weitere Verbesserungen verschiedener Eigenschaften bewirken. Typische Beispiele sind PP-BO-, BOPE- oder PET-BO-Folien, die häufig in Laminaten verwendet werden. In einem letzten Schritt werden Technologien zur Verbesserung der Barriereigenschaften von polymerbasierten Folien diskutiert.

► Innoform Coaching GbR
www.innoform-coaching.de/start

Grundlagen der Kunststoff-Verpackungsfolien

16. Juni 2026, **Osnabrück**

Dieser Crash-Kurs richtet sich an Ein- und Aufsteiger aus der herstellenden, verarbeitenden sowie abpackenden Folienindustrie (Schwerpunkt Lebensmittel), die ihr Grundwissen in der Folientechnologie auffrischen und erweitern möchten. Theoretisches, aber praxisnahes Wissen zur Kunststoffverpackungsfolien-Technologie wird vermittelt. Der Schwerpunkt liegt auf fundierten Grundlagen. Es werden die wichtigsten Kunststoffe, die für Folienverpackungen verwendet werden, besprochen. Anschließend werden die Herstellung, typische Folieneigenschaften und einige Folienprüfungen behandelt. Beispielhaft an Lebensmittelverpackungen werden die Eigenschaften praxisnah diskutiert. Teilnehmende erhalten so einen Überblick über Produktionsmöglichkeiten, Grundlagen der Abfüllverfahren und Anwendungen.

SKZ-Veranstaltungen

21. Duisburger Extrusionstagung

22.-23. April 2026, **Duisburg**

Im Rahmen der Tagung werden mehrere Schwerpunkte ausgiebig thematisiert, mit dem Ziel, zukünftige Herausforderungen der Branche zu diskutieren und Lösungen für bestehende Probleme der Teilnehmer:innen zu finden. Behandelt werden Anforderungen an die Verarbeitungsprozesse sowie die Maschinentechnologie zur Herstellung hochwertiger Produkte. Ergänzt wird das Programm durch praxisrelevante Forschungseinblicke aus der universitären Landschaft sowie eine begleitende Fachausstellung.

Polymerschäume – Perspektiven & Trends

5.-6. Mai 2026, **Würzburg**

Polymerschäume spielen in unserem Leben täglich eine wichtige Rolle. Viele Anwendungen sind dabei nicht direkt sichtbar, wie zum Beispiel die Isolation unserer Häuser, oder im Inneren unseres Kühlschranks. Schäume als Schutz beim Transport von Gütern oder als Becher für den Frühstückskaffee nehmen wir unmittelbar wahr. Die Fachtagung zeigt moderne Entwicklungen, Anwendungen und Trends im Bereich der Polymerschäume – von Polyolefinen bis zu hochtemperaturbeständigen Thermoplasten.

► www.skz.de, tagungsorganisation@skz.de

Anuga FoodTec 2027 stellt neues Leitthema vor



Strategien und Innovationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette und für alle Branchen der Lebensmittel- und Getränkeindustrie voranzutreiben.

► Koelnmesse
www.anugafoodtec.de

Unter dem Leitthema „*Navigate Complexity. Smart. Safe. Sustainable.*“ zeigt die Anuga FoodTec vom 23. bis 26. Februar 2027, wie die Lebensmittel- und Getränkeindustrie Komplexität beherrschen und Innovationen beschleunigen kann. Diese Transformation ist geprägt von globalen Warenströmen, verändertem Konsumentenverhalten und Klimaschutz, zugleich steigen aber die Anforderungen an Qualität, Sicherheit, Rückverfolgbarkeit und Effizienz bei anhaltendem Kostendruck.

Das Leitthema steht für Lösungen, die Effizienz und Sicherheit mit ökologischer, ökonomischer und sozialer Verantwortung verbinden – vernetzt, automatisiert, digital und ressourcenschonend. Um die inhaltliche Ausrichtung des Leitthemas zu stärken, arbeitet die Anuga FoodTec 2027 eng mit der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) zusammen, die ihre wissenschaftliche und praktische Expertise in die Gestaltung des Fachprogramms einbringt.

Die Bausteine Smart, Safe und Sustainable übersetzen das Leitthema in die Praxis und markieren die wichtigsten technologischen Handlungsfelder für die Lebensmittelproduktion von morgen.

Smart: KI-gestützte, automatisierte und digitale Systeme schaffen Transparenz, Flexibilität und Effizienz – vom Rohstoffmanagement bis zur Intralogistik – und unterstützen datenbasierte Entscheidungen.

Safe: Prozess- und Cybersicherheit, Hygienekontrolle, Monitoring und lückenlose Rückverfolgbarkeit sichern Qualitätsstandards und machen Risiken beherrschbar.

Sustainable: Ressourcenoptimierung, Energieeffizienz und zirkuläre Ansätze verankern Nachhaltigkeit als integralen Bestandteil moderner Wertschöpfung.

Als globaler Branchentreffpunkt vernetzt die Anuga FoodTec Expertinnen und Experten aus Industrie, Wissenschaft und Politik und bietet Orientierung in einem dynamischen Marktumfeld. Als Impulsgeber für die Transformation der globalen F&B-Industrie bringt sie das internationale FoodTec-Netzwerk zusammen, um Lösungen,



INSPECT MORE



Inline-Qualitätskontrolle für die Extrusion.



Die neue ProfilControl 7 XLine ist da!

Schlank. Flexibel. Bezahlbar.

Auf Effizienz getrimmte Inline-Inspektion für Kunststoff- und Gummiprofile. Prüft Oberfläche und/oder Geometrie – in einem System!

www.pixargus.de/xline

Ein Unternehmen der CiTEX Gruppe



Fakuma-Story – Kunststoff trifft Charakter

Es begann mit einer Vision von Paul Eberhard Schall – dem Messemacher mit Herz und einem feinen Gespür für Märkte im Entstehen. Gemeinsam mit Familienunternehmer Eugen Hehl von Arburg etablierte er im Dreiländereck am Bodensee eine Veranstaltung, die Wirtschaftsgeschichte schreiben sollte: die FAKUMA, eine spezialisierte Fachmesse für Kunststoffverarbeitung.

1981 mit 76 Ausstellern gestartet, entstand in atemberaubendem Tempo eine bedeutende, internationale Arbeitsmesse. Das Besondere damals: Spezialisierte Anbieter messen sich. Und zugleich werden Austausch, Wettbewerb und Miteinander gleichermaßen gelebt. So erhalten Anwender eine umfassende Marktübersicht. Getragen von Innovation und Vertriebskraft strahlt sie von Europa aus in die Welt.

„Anlässlich der 30. Fakuma feiern wir nicht nur ein Messejubiläum – wir feiern eine große, gewachsene Gemeinschaft: Aussteller, Fachbesucher, Zulieferer, Messebauer, Service-Unternehmen, Fach- und Tagespresse, lokale Partner in Friedrichshafen, Logistikpartner – sie alle sind Teil der Fakuma-Familie“, freut sich Bettina Schall, Geschäftsführerin des Messeunternehmens P. E. Schall auf das Jubiläumsevent.

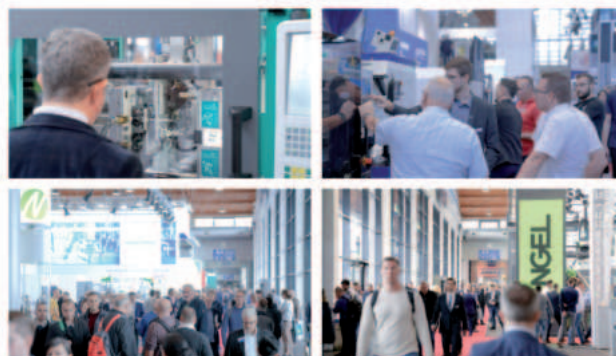
In Friedrichshafen bewahrt sich die FAKUMA bis heute ihren besonderen Charakter: persönlich im Miteinander, professionell in Anspruch und Umsetzung. Genau diese Kombination schafft Vertrauen – und macht die

Messe zur verlässlichen Grundlage für fundierte Investitionsentscheidungen.

Inhaltlich bildet die 30. FAKUMA die gesamte Wertschöpfung der Kunststoffverarbeitung ab: Spritzgieß-, Umform- und Extrusionstechnik, 3D-Druck, Masterbatches, Werk- und Rohstoffe, Werkzeugbau, Prozesstechnik bis hin zu Recycling.

► P.E. Schall GmbH & Co. KG
www.schall-messen.de
www.fakuma-messe.de

FAKUMA 2026: 12. - 16. 10. 2026



Wie Weiterbildungsmentoren die Kunststoffindustrie stärken können

Mit dem neuen Projekt „WBMplusK – Wandel begleiten“ qualifiziert das Kunststoff-Zentrum SKZ gemeinsam mit dem Forschungsinstitut Betriebliche Bildung (f-bb) in den kommenden drei Jahren gezielt Weiterbildungsmentoren für Unternehmen der Kunststoffbranche. Das Projekt verfolgt das Ziel, die betriebliche Weiterbildung nachhaltig zu stärken, Beschäftigte individuell zu fördern und Unternehmen beim Umgang mit dem zunehmenden Transformationsdruck zu unterstützen.

Während der Projektlaufzeit vom 1. Dezember 2025 bis zum 30. November 2028 sollen insgesamt 35 Weiter-

bildungsmentoren ausgebildet und rund 600 Mentorings durchgeführt werden. Die qualifizierten Mentoren unterstützen künftig Beschäftigte in

ihren Unternehmen dabei, individuellen Qualifizierungsbedarf zu erkennen und passende Weiterbildungswege zu entwickeln.



Das Team des neu gestarteten Projekts „WBMplusK – Wandel begleiten“
(Foto: Luca Hoffmannbeck, SKZ)

Das SKZ übernimmt die Projektleitung und arbeitet dabei mit zahlreichen Industrie- und Verbandsakteuren zusammen. Zu den Projektpartnern zählen unter anderem der Industrieverband Klebstoffe e. V., das Kunststoff-Netzwerk Franken e. V., die Region Mainfranken GmbH, TecPart sowie weitere Partnerunternehmen aus der Kunststoffbranche.

Weiterbildungsmentoren sprechen Mitarbeitende niedrigschwellig an, bauen Hemmschwellen gegenüber Weiterbildung ab, erkennen Stärken, Entwicklungsfelder und Qualifizie-

rungsbedarfe und zeigen passende Lernwege auf. Gleichzeitig arbeiten sie eng mit Führungskräften, internen Stellen, Betriebs- und Personalräten zusammen, verbessern betriebliche Rahmenbedingungen für Weiterbildung und vermitteln zwischen Mitarbeitenden und externen Bildungsanbietern, Verbänden oder Förderstellen. So tragen sie dazu bei, Weiterbildung systematisch im Unternehmen zu verankern und Beschäftigte gezielt für neue Aufgaben zu qualifizieren.

Ruben Schlutter, Gruppenleiter Bildung Qualitätswesen am SKZ, betont

die Bedeutung des neuen Projekts: „Mit WBMplusK schaffen wir eine Struktur, die Unternehmen befähigt, Potenziale ihrer Mitarbeitenden frühzeitig zu erkennen und gezielt zu nutzen. In einer Branche, die sich technologisch rasant weiterentwickelt, ist es entscheidend, Weiterbildung strategisch zu denken. Weiterbildungsmentoren unterstützen genau dabei – pragmatisch, praxisnah und mit direktem Nutzen für die Unternehmen.“

► SKZ – Das Kunststoff-Zentrum
Dr. Ruben Schlutter, r.schlutter@skz.de

Zumbach
SWISS PRIME MEASURING SINCE 1957



1

Anzahl
Messachsen



0.25

Min. Objekt-
durchmesser (mm)



50

Max. Objekt-
durchmesser (mm)



1000

Abtastfrequenz
(Scans/s)

QC Offline Messgerät

**für Durchmesser, Ovalität &
Wanddicke bei Draht-, Kabel-
und Rohrmustern**

**MADE IN
SWITZERLAND**



Vorteile:

- ✓ Berührungslose Messstationen für schnelle, genaue und wiederholbare Probenmessungen
- ✓ Gewährleistung der Einhaltung strenger Spezifikationen
- ✓ Ermöglicht die Produktionsoptimierung
- ✓ Kann sowohl in QC-Labors als auch in der Fertigung eingesetzt werden
- ✓ Garantiert konsistente Ergebnisse unabhängig von Benutzereingaben

Technologieportfolio erweitert

Die Brückner Group richtet ihre strategische Weiterentwicklung konsequent auf langfristige Wettbewerbsfähigkeit aus. Mit der Akquisition der Hennecke GROUP, dem gezielten Ausbau ihrer globalen Innovationsstrukturen sowie der Etablierung zentraler Corporate Services stärkt die international tätige Unternehmensgruppe ihr Portfolio, ihre Innovationskraft und ihre operative Exzellenz. Ziel ist es, die eigene Marktführerschaft in globalen Nischenmärkten weiter auszubauen und zugleich die Voraussetzungen für nachhaltiges Wachstum zu schaffen.

Mit der Übernahme von Hennecke erweitert die Brückner Group ihr Portfolio gezielt um Schlüsseltechnologien zur Verarbeitung von Polyurethan (PUR) und stärkt damit ihre material- und technologiebezogene Expertise. Systemlösungen für Reaktivkunststoffe eröffnen neue Anwendungsfelder und Märkte jenseits des bisherigen Kerngeschäfts und ergänzen das bestehende Leistungsangebot um eine weltweit führende System- und Prozesskompetenz.

Zugleich fügt sich der Erwerb in einen übergeordneten Branchentrend ein: Im internationalen Maschinen- und Anlagenbau gewinnen technologische Spezialisierung, Diversifikation und industrielle Konsolidierung an Bedeutung.

Die Brückner Group mit ihren bisher 2.700 Mitarbeitenden in 12 Ländern und über 1.2 Milliarden Euro Jahresumsatz wächst mit Hennecke um 650 Mitarbeitende und über 150 Millionen Euro Jahresumsatz.



Beratung (Alle Bilder: Brückner Group)

Parallel zur Portfolioerweiterung richtet die Brückner Group ihre Innovationsarbeit konsequent an den Anforderungen globaler Märkte und regionaler Kundenbedürfnisse aus. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf dem weltweiten Ausbau der Customer Innovation Center (CIC). Diese Zentren ermöglichen es, Innovationen gemeinsam mit Kunden zu entwickeln und spezifische Anwendungsfälle in kurzen Entwicklungszyklen umzusetzen.

Durch kontinuierliche Investitionen in Technologie, Standorte und die Kompetenz der Mitarbeitenden stärkt die Brückner Group ihre Innovationsfähigkeit in strategisch wichtigen Regionen.

Um das internationale Wachstum organisatorisch abzusichern, schafft die Brückner Group zudem gruppenweit einheitliche Standards und Prozesse. Mit der Ausgründung der Brückner Corporate Services bündelt die Unternehmensgruppe zentrale Funktionen und etabliert eine leistungsfähige Serviceplattform für die gesamte Organisation.

Ziel ist es, Effizienz, Qualität und Geschwindigkeit in administrativen Bereichen zu steigern und gleichzeitig die operativen Gesellschaften konsequent auf ihre Märkte, Kunden und Technologien zu fokussieren. Digitale, integrierte Prozesse bilden dabei die Grundlage für Skalierbarkeit und Transparenz in einer global aufgestellten Unternehmensgruppe.

Mit der Kombination aus strategischer Diversifikation, marktnaher Innovation und operativer Exzellenz verfolgt die Brückner Group einen klaren, langfristig ausgerichteten Kurs. Die Unternehmensgruppe positioniert sich damit als resiliente, global wettbewerbsfähige Anbieterin von High-Tech-Lösungen im Maschinen- und Anlagenbau – mit einer starken industriellen Basis und einem zukunftsgerichteten Technologieportfolio.

► Brückner Group
www.brueckner.com

Einblick in das Customer Innovation Center



Neues Engineering-Office

Kiefel stärkt seine Verfahrenstechnik sowie seine Technologie- und Entwicklungskompetenz mit einem neuen Engineering-Office in Heilbronn. Der Standort ist seit Januar 2026 in Betrieb und erweitert das globale Kompetenznetzwerk von Kiefel gezielt um zusätzliche verfahrenstechnische und anwendungsnahe Expertise.

Das neue fünfköpfige Team in Heilbronn verfügt über langjährige Erfahrung in der Thermoform-Industrie und umfassende Kompetenz in Verfahrens- und Anwendungstechnik, Werkzeug- und Produktdesign sowie der Auslegung von Maschine, Werkzeug und Material. Die neuen Mitarbeitenden sind vollständig in die Kiefel Organisation integriert und arbeiten eng mit den Engineering- und Werkzeugteams in Freilassing und den Niederlanden (Sprang-Capelle) zusammen.

Durch die standortübergreifende Vernetzung profitieren Kunden von schnellerem Wissenstransfer, ver-



kürzten Entwicklungszyklen und einer zügigeren Industrialisierung neuer Verpackungslösungen. Das Heilbronner Team unterstützt Projekte von der frühen Machbarkeitsphase bis zur Serienreife und stärkt damit auch die kundennahen Entwicklungs- und Sales-Support-Kapazitäten von Kiefel. Mit dem neuen Engineering-Office

in Heilbronn unterstreicht Kiefel seinen Anspruch, als Technologieführer und Entwicklungspartner für Brand Owner und Converter weltweit zu agieren – in der Kunststoff- wie auch in der Naturfaserverarbeitung.

► Kiefel GmbH
www.kiefel.com

Wechsel in der Geschäftsführung

Stefan Moll verantwortet seit 1. Januar 2026 die Geschäfte bei der Mahlo GmbH + CO. KG, dem weltweit führenden Anbieter für Mess- und Regeltechnik von bahnförmiger Ware. Damit richtet Mahlo den Blick auf die langfristige Sicherung seiner Marktposition und technologischen Führungsrolle. Der bisherige Geschäftsführer **Rainer Mestermann** scheidet nach 14 Jahren im Unternehmen aufgrund einer geplanten Nachfolgeregelung aus.

„Stefan Moll ist eine hervorragende Besetzung als neuer Geschäftsführer für unser traditionsreiches Unternehmen“, sagt Mahlo-Inhaber **Ralph**

Greenwood-Mahlo. „Wir freuen uns auf seine Expertise, seine neuen Impulse und Perspektiven.“

Moll bringt umfangreiche Erfahrung im Management von globalen, produzierenden Maschinen- und Anlagenbauunternehmen mit. Neben internationalen Konzernen kennt der neue Geschäftsführer auch die Strukturen und Besonderheiten größerer mittelständischer Familienunternehmen.

Mit dem Wechsel an der Unternehmensspitze stellt Mahlo die Weichen für nachhaltiges Wachstum und technologische Weiterentwicklung. Stefan Moll wird künftig gemeinsam mit dem Führungsteam den eingeschlagenen



Stefan Moll

Innovationskurs fortsetzen und die internationale Marktposition des Traditionsunternehmens weiter stärken.

► Mahlo GmbH + Co. KG
www.mahlo.com

Strategische Neuausrichtung

Die Nexus Elastomer Systems stellt sich organisatorisch und strukturell neu auf. Das Unternehmen wird künftig vom Gründer des Unternehmens gemeinsam mit einer neu aufgestellten Geschäftsführung geleitet. Dieser Schritt ermöglicht der Gesellschaft eine klare Positionierung, stärkt ihre strategische Ausrichtung und schafft verlässliche Rahmenbedingungen für nachhaltiges Wachstum.

Im Zuge der Neuausrichtung übernimmt bei der Nexus Elastomer Systems ein erweitertes Führungsteam Verantwortung. Das Unternehmen wird künftig von Gründer Dietmar Waizenauer gemeinsam mit Andreas Wurm und Simon Ransmayr geführt. „Die neue Geschäftsführung vereint Erfahrung, Kontinuität und neue Impulse“, so Waizenauer. „Als eigentümergeführtes Unternehmen können wir schneller entscheiden, fokussierter handeln und unsere strategischen Ziele konsequent verfolgen.“ Andreas Wurm ergänzt: „Unser klarer Fokus liegt auf nachhaltigem Wachstum, technologischer Weiterentwicklung und der konsequenten Stärkung unseres Kerngeschäfts.“

Trotz der strukturellen Veränderungen bleibt die Nexus Elastomer Sys-



Mit frischer Führung in die Zukunft: Gründer Dietmar Waizenauer, Andreas Wurm und Simon Ransmayr (Bilder: © Nexus)

tems ihren Werten, ihrer Kultur und ihrem Anspruch unverändert treu. „Unsere Unternehmens-DNA, geprägt von Innovationsfreude, Kundennähe und unternehmerischer Verantwortung, bleibt das Fundament unseres Handelns“, betont Simon Ransmayr. „Die neue Aufstellung stärkt genau diese Identität.“ Mit einer klaren strategischen Ausrichtung, einer starken

Eigentümerstruktur und einem engagierten Führungsteam sieht sich die Nexus Elastomer Systems bestens gerüstet, um ihren erfolgreichen Innovationskurs auch in den kommenden Jahren fortzusetzen.

► Nexus Elastomer Systems GmbH
nexus-elastomer.com

Erfolgreiches Triple

Der finnische Kreislaufwirtschaftspionier Syklo Oy setzt auf das Know-how von Leistritz Extrusionstechnik, um seine Recyclingkapazitäten zu erweitern. Der Nürnberger Compoundierspezialist liefert drei Kaskadenextrusionsanlagen, die die Effizienz des Recyclings von HDPE, PP und LDPE aus Post-Consumer-Abfallströmen deutlich steigern und die Kunststoffrecyclingkapazität Finnlands um bis zu 50 Prozent erhöhen können. In enger Zusammenarbeit mit dem Technologiepartner NGR – Next Gene-

ration Recyclingmaschinen entstehen hochmoderne Anlagen, die neue Maßstäbe in Sachen Energieeffizienz und Materialqualität setzen. Im neuen Circular Economy Hub in Hyvinkää verarbeiten die drei Recycling-Extrusionsanlagen gemischte Post-Consumer-Kunststoffe aus Haushalts- und Gewerbeabfällen. Das Herzstück jeder Anlage ist der Leistritz ZSE Doppelschneckenextruder mit MAXX-Technologie. In Kombination mit der C-GRAN-Schneidkompaktier-Extruder-Lösung von NGR wird das Material zunächst komprimiert und homogeni-

siert, bevor es mit Hilfe der Doppelschneckentechnologie von Leistritz compounding und veredelt wird.

„Mit dem Inkrafttreten der EU-Verordnung über und Verpackungsabfälle (PPWR) im August 2026 steigen die Anforderungen an Kunststoffverpackungen erheblich – von obligatorischen Recyclinganteilen über erweiterte Herstellerverantwortung bis hin zu strengeren Materialvorgaben. Für uns bedeutet dies, dass das Recycling effizienter, präziser und noch nachhaltiger werden muss. Gleichzeitig müssen Recyclingprodukte wesentlich

höheren Qualitätsanforderungen genügen“, erklärt Teemu Koskela, CEO von Syklo.

„Dank der innovativen Doppelschneckentechnologie und der jahrzehntelangen Erfahrung von Leistritz können wir diese Herausforderungen nun zuverlässig meistern. Mit Leistritz als Partner sind wir bestens auf die kommenden regulatorischen Anforderungen vorbereitet und können unseren Kunden hochwertige, farbsortierte und nachhaltige Rezyklate anbieten“, sagt Teemu Koskela. Er fügt hinzu: „Eine weitere Besonderheit unseres neuen Circular Economy Hubs ist der vollständig geschlossene Wasserkreislauf vor Ort: Das Abwasser wird destilliert und im Recyclingprozess wiederverwendet. Der abgetrennte Schlamm, der Mikroplastik enthält, wird getrocknet, wodurch die Freisetzung von Mikroplastik in Gewässer verhindert wird.“

Hochwertig, effizient, präzise, nachhaltig In der ersten Stufe des Recyclingprozesses wird das Material optimal für den anschließenden Upcycling-Schritt im Leistritz-Doppelschneckenextruder vorbereitet. Diese zweite Compoundierstufe ist entscheidend, da durch die gezielte Dosierung von Additiven hochwertige Rezyklate entstehen, die in anspruchsvollen Kunststoffprodukten – wie beispielsweise PO-Folien – verwendet werden können.

Dank der leistungsstarken Entgasung werden flüchtige Verunreinigungen effektiv entfernt, was für Anwendungen mit hohen Reinheitsanforderungen unerlässlich ist.

Das Projekt ist ein Beispiel für erfolgreiche Strategien für eine nachhaltige Zukunft: Es können hochwertige Rezyklate mit stabilen mechanischen Eigenschaften hergestellt werden – zugeschnitten auf die Bedürfnisse einer Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe. Die Kombination aus Recycling und Compoundierung zeigt, wie selbst aus sehr unterschiedlichen Rohstoffqualitäten hochwertige Rezyklate hergestellt werden können. Dadurch können strenge Anforderungen an Reinheit und mechanische Stabilität erfüllt werden, beispielsweise für PO-Folien oder hochwertige Spritzgusskomponenten.



Drei Fachunternehmen – ein Ziel: höchste Recyclingqualität: Roberto Freire Matteucci, Daniel Nagl (Leistritz), Teemu Koskela (Syklo Oy), Josef Hochreiter, Stefan Lehner (NGR) (Bilder ©Leistritz)

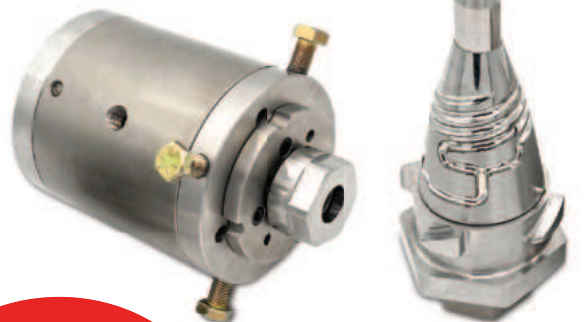
► Syklo Group
www.syklo.com

► Leistritz Extrusionstechnik GmbH
<https://extruders.leistritz.com/>

Introducing the ALL **NEW** UNICAM™ Crosshead!

Guill now offers the **Unicam™** extrusion crosshead, a combination of its concentricity adjustment system and fastener-free assembly system.

The new **Universal Adjustment** system allows the user to choose either a traditional 4-bolt method of concentricity adjustment or a **Single-Point** style. The **Unicam™** system allows disassembly of the head with a single turn of a wrench for very quick and easy color changes or cleanouts. Keeps the lines running!



powered by
Guill

Visit www.guill.com to find out more!

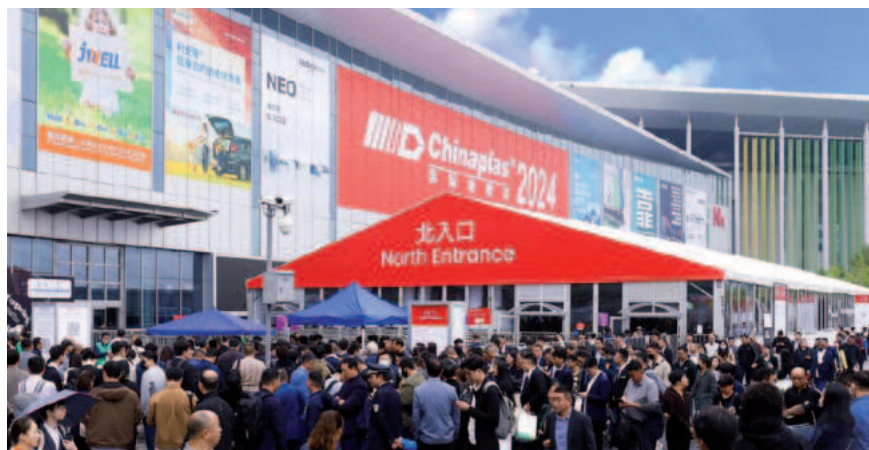
10 Pike Street • West Warwick, RI 02893
Email: sales@guill.com

CHINAPLAS 2026 – Harnessing the “15th Five-Year Plan” to Usher in a New Era of Plastics and Rubber Innovation

As China embarks on the first year of its “15th Five-Year Plan,” a dynamic blueprint for innovation and high-quality development in the plastics and rubber industries is set to unfold at CHINAPLAS 2026. The Plan emphasizes cultivating emerging and future industries, expanding high-level openness, and advancing intelligent, green, and integrated development. These priorities provide fertile ground for the plastics and rubber industries and anchor the exhibition’s strategic focus.

Spanning over 390,000 sqm, CHINAPLAS 2026 will serve as a “Living Laboratory” of policy implementation and industry transformation. Under the theme “Transformation · Collaboration · Sustainability”, the exhibition will take place from **April 21 to 24, 2026** in Shanghai, PR China, empowering the industry to capitalize on new opportunities amid times of change.

Emerging Industries Drive New Growth Frontiers: The Recommendations of the 15th Five-Year Plan” highlights strategic clusters in new energy, advanced materials, aerospace, and low-altitude economy, alongside breakthroughs in quantum technology, biomanufacturing, hydrogen energy, fusion energy, brain-computer interfaces, embodied intelligence, and 6G communications. These emerging fields are rapidly expanding the application boundaries of plastics and rubber, unlocking new growth frontiers



for this fundamental pillar of manufacturing.

New Energy Vehicles (NEVs): In 2025, China produced 16.6 million and sold 16.5 million New Energy Vehicles (NEVs), maintaining global leadership for 11 consecutive years. New generations of material solutions for batteries, charging infrastructure, and drive systems are emerging.

Low-altitude Economy (LAE): In 2026, the low-altitude economy (LAE) is entering a triple boom of policy, technology, and market demand. With logistics, tourism, and emergency rescue driving demand, plastics and composites are becoming strategically vital for this trillion-RMB market.

Commercial Aerospace: Commercial aerospace is experiencing explosive growth, creating enormous demand for materials and equipment. By December 2025, China submitted plans to the International Telecommunica-

tion Union (ITU) for the deployment of more than 200,000 satellites, marking a substantial acceleration in the construction of China’s low-orbit satellite internet.

Carbon-fiber reinforced nylon composites with lightweight and high strength properties have become an innovative choice for satellite brackets. PEEK and PEKK offer outstanding high-temperature, radiation, and chemical resistance, making them suitable for satellite structural components, cable insulation layers, and engine seals. Phenolic resins, with high char yield and excellent processability, are used in commercial solid rocket nozzles. Liquid Crystal Polymers (LCP), with low dielectric constant, low dielectric loss, and excellent high-temperature performance, have become key materials for high-frequency satellite communication components.



Humanoid Robotics: 2025 marked the first year of mass production for humanoid robots, and 2026 is a critical turning point toward scaled deployment and accelerated commercialization. Humanoid robots are rapidly evolving from “performing on stage” and “competing in arenas” to “serving in households” and “working in factories.”

IDC forecasts that in 2025, China’s spending on embodied intelligent robots exceeded USD 1.4 billion, with a projected compound annual growth rate (CAGR) of 94% over the next five years. In this blue ocean market, breakthroughs in material technologies are the core enabler of scaled adoption, with plastics and rubber playing an indispensable role.

Specialty engineering plastics such as PEEK and PPS, with high strength, low density, wear resistance, and self-lubricating properties, are increasingly replacing metals in robot joints, gears, and bearings. TPEs are used in flexible components such as artificial muscles and artificial skin.

CHINAPLAS 2026 will gather more than 4,600 leading global exhibitors, actively responding to market demand while showcasing cutting-edge technologies, diverse application scenarios and strong industry vitality. The exhibition will serve as an efficient bridge connecting traditional industry upgrades, emerging industry expansion, and future industry development.

Intelligent Upgrades and Green Transformation: The “15th Five-Year Plan” calls for the comprehensive implementation of the “AI+” initiative,



aiming to seize the commanding heights of AI applications and empower industries across the spectrum. At the very start of 2026, a series of policy measures were introduced nationwide, accelerating innovation in the integration of “AI+ manufacturing”. From industrial chain collaboration and upgrading to precise empowerment of SMEs, AI technologies are now being fully embedded across all aspects of the manufacturing sector.

Addressing the inefficiencies and low fault-tolerance of traditional manual quality inspection, AI technologies are now delivering a breakthrough solution, which precisely detecting micron-level defects while continuously learning and iterating inspection standards, ensuring that even the smallest flaws are exposed.

The Plan also emphasizes accelerating a comprehensive green transformation. The plastics and rubber industries, as a vital part of manufacturing, are driving circular develop-

ment through innovation, building an infinite loop ecosystem of “production-use-recycling-regeneration,” turning waste into a new starting point for the circular economy.

Recycled plastics, bio-based and degradable materials, recycling technologies, digital solutions, and energy-efficient equipment will be the highlights of CHINAPLAS 2026, with live demonstrations bringing the intelligent and green vision of the “15th Five-Year Plan” into reality.

Expanding High-Level Openness: A Global Meeting Place: 2026 marks the opening year of the “15th Five-Year Plan” and a pivotal year for China to demonstrate resilience and vitality amid complex global economic conditions. The Plan underscores expanding high-level openness, promoting two-way investment cooperation, and guiding cross-border industrial and supply chain layouts. Chinese enterprises are moving from “products going global” to “industrial chains going global” and “ecosystems going global.”

In the meantime, foreign investors continue to expand in China. Against this backdrop of “going out” and “bringing in,” the value of international trade platforms is increasingly prominent. As a hub for face-to-face technical exchange and business matchmaking, CHINAPLAS effectively breaks information barriers, builds industry consensus, and strengthens collaborative innovation.



► www.ChinaplasOnline.com

Die effizientesten und nachhaltigsten Lösungen mit PVC-O



Molecor hat sich im Rahmen anspruchsvoller Projekte in der Trinkwasserversorgung, landwirtschaftlichen Bewässerung, Abwasserentsorgung und Gebäudetechnik als führendes Unternehmen für Lösungen im Bereich Wassertransport und -verteilung etabliert. Die Firma ist in zahlreichen Ländern vertreten und hat sich durch qualitativ hochwertige Produkte, die auf Effizienz, Nachhaltigkeit und Langlebigkeit ausgerichtet sind, eine wichtige Position als führender Technologieanbieter für Wasserinfrastrukturen sichern können.

Molecor verfolgt mit seiner Arbeit das Ziel, durch effiziente, langlebige und nachhaltige Wassertransportlösungen das Leben der Menschen zu verbessern. In diesem Zusammenhang war einer der bedeutendsten Fortschritte des Unternehmens die Entwicklung der TOM®-Rohre aus orientiertem PVC (PVC-O) in Nennweiten von bis zu DN1200, ein Meilenstein, der ein Vorher und Nachher in der Anwendung von Kunststoffen in großen Wasserbauvorhaben markiert. Mit dieser Erweiterung der Produktpalette erfüllt das Unternehmen den Bedarf an Lösungen, die den physikalisch-mechanischen, chemischen und mikrobiologischen Beanspruchungen gerecht

werden, denen die Rohrleitungen aufgrund der Geländebeschaffenheit und der Qualität des transportierten Wassers ausgesetzt sind. Die Haltbarkeit eines Leitungssystems hängt entscheidend von der Wechselwirkung dieser Faktoren ab. Die von Molecor entwickelte Systemtechnik bietet hier eine geeignete Lösung, die auch bei größeren Nennweiten anwendbar ist.

Die Möglichkeit der Umsetzung höherer Nennweiten mit einer breiten Auswahl von DN90 bis DN1200 bei Nenn drücken von 12,5, 16, 20 und 25 bar macht PVC-O zu einem idealen Werkstoff auch für große Wasserinfrastrukturprojekte. Diese Vielseitigkeit erweitert die Gestaltungsmög-

lichkeiten von Leitungsnetzen und ermöglicht die Auswahl von Nennweiten für einen hohen Wirkungsgrad hinsichtlich Druck und Durchfluss. Damit dürften die TOM®-Rohre als eine der besten Lösungen für die Optimierung der Anlagenleistung gelten.

TOM®-Rohrleitungen aus PVC-O zeichnen sich durch eine Reihe technischer Vorzüge aus, die sie klar von konventionellen Produkten abheben. Dank der hohen hydraulischen Kapazität können bei gleicher Nennweite größere Wassermengen gefördert werden, während geringere Druckverluste zu einem niedrigeren Energieverbrauch und geringeren Betriebskosten beitragen. Das Druckstoßverhalten ist aufgrund der geringeren Druckwellengeschwindigkeit deutlich besser, und die exzellente Schlagfestigkeit sorgt für zuverlässige Leistung auch unter widrigen Bedingungen. Zudem erleichtern die Leichtigkeit und Biegsamkeit des Werkstoffs die Montage und sorgen für höhere Verlegeleistungen pro Stunde, während die hervorragende Dichtigkeit Leckagen und Wasserverluste vermeidet und zu einem effizienteren Umgang mit dem Rohstoff Wasser beiträgt.

Diese Eigenschaften kommen besonders bei großen Nennweiten zu tragen, da sich hier die hydraulische und energetische Effizienz direkt auf die Nachhaltigkeit und Betriebskosten der Infrastruktur auswirkt. Die extrem glatte Innenfläche der TOM®-Rohre DN1200 minimiert die Druckverluste und reduziert damit den Energiebedarf für das Pumpen. Da die Pumpförderung den höchsten Energieverbrauch im Betriebszyklus ausmacht, führt die erzielte Optimierung zu erheblichen Einsparungen und einer wesentlichen Verbesserung der Energieeffizienz des Leitungsnetzes.

Die molekulare Orientierung des Werkstoffs bei der Herstellung ist von grundlegender Bedeutung, um diese Eigenschaften zu erzielen. Dank dieser Technologie haben die TOM® Class 500-Rohre außergewöhnliche mechanische und hydraulische Eigenschaften bei einer Lebensdauer von über 100 Jahren. Darüber hinaus ist das Produkt in mehr als 10 Ländern zertifiziert und wurde mehrfach für Innovation, Wirkungsgrad und den technischen Marktbeitrag ausgezeichnet.

Ergänzend zu den TOM®-Rohren bietet Molecor jetzt mit der Produktreihe ecoFITTOM® die weltweit ersten Verbin-



dungsteile aus PVC-O an, die in Nennweiten von DN90 bis DN500 und für einen Nenndruck von PN16 bar verfügbar sind. Mit diesen Fittings lassen sich homogene Leitungsnetze errichten, bei denen die Systemeigenschaften, die Kompatibilität und der Wirkungsgrad über die gesamte Ausdehnung des Leitungssystems hinweg gleichmäßig sichergestellt ist.

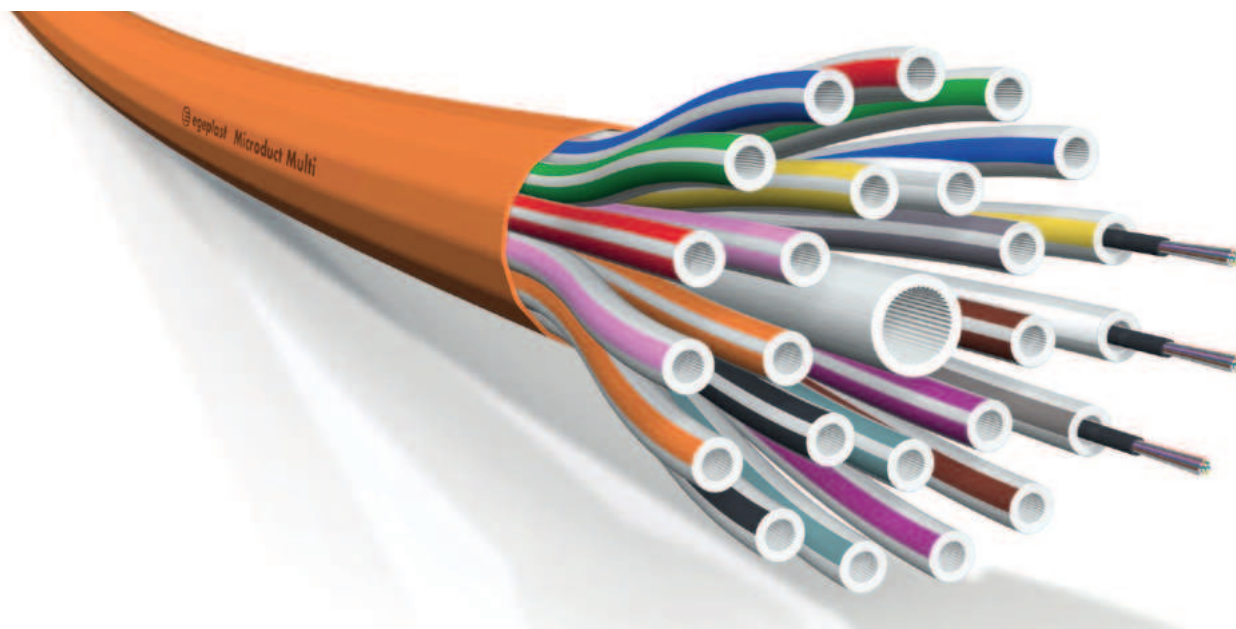
Die gesamte technologische Entwicklung wird von einem entschiedenen Engagement für die Umwelt und den Umweltschutz sowie die Erreichung der Ziele für die nachhaltige Entwicklung begleitet. Die hydraulische und energetische Effizienz unserer Lösungen ermöglicht die Optimierung der verfügbaren Wasserressourcen und die Verringerung der Energiekosten der Infrastruktur bei Stärkung einer verantwortlichen Wasserwirtschaft im gesamten Land.

Molecor stellt seine Produkte auf der **IFAT 2026** aus, vom **4. bis 7. Mai, in Halle C3, Stand 245**. Auf dem diesjährigen Branchentreffen steht das Expertenteam von Molecor den Besuchern für Fragen und Gespräche über die effizientesten, nachhaltigsten und wettbewerbsfähigsten Lösungen der Firma zur Verfügung. Die Besucher können erfahren, warum Molecor seit Jahren führend bei Innovationen im Wassertransport ist und sich Ideen für eine nachhaltigere Zukunft vorstellen lassen.

► Molecor
<https://molecor.com>



Schnelle Extrusion für schnelle Kommunikation



Bündelrohre produziert egeplast hinsichtlich Durchmesser und Farben der Einzelrohre, der Anzahl und Anordnung der Rohre und weiterer kundenspezifischer Vorgaben in hoher Variantenvielfalt (Quelle: egeplast)

Rund 2000 Meter Rohrleitungen und eine Fülle energieeffizienter und intelligenter Technologien versorgen die Extrusionsanlagen bei egeplast mit Kunststoffgranulaten zur Produktion von Microducts und Bündelrohren für die Glasfaserverlegung.

Es gibt sie, die Unternehmen, die – obwohl außerhalb der Fachwelt kaum bekannt – ihre Position als Innovationsträger seit vielen Jahren behaupten und deren Produkte fast jeder Bürger nutzt. Etwa zehn Kilometer nördlich der westfälischen Stadt Münster, quasi auf dem „platten Land“, entstehen hoch innovative Kunststoffprodukte für die Versorgungs-Infrastruktur in Deutschland und dutzenden von Ländern: Trinkwasser, Gas, elektrischer Strom oder Abwasser – deren effizienter und sicherer Transport ist das Metier des Familienunternehmens egeplast. Mehr als 60.000 Tonnen Kunststoffe jährlich werden mit teils sehr hohen Anforderungen wie Lebensmittelsicherheit und gemäß Zertifizierungen verschiedener Art im 24/7-Betrieb verarbeitet. Dazu gehört auch die sehr variantenreiche Produktion von Schutzrohren für Glasfaser auf höchstem technischen Niveau.

Die hochmoderne Produktion und Konfektionierung hat egeplast am Stammsitz Greven ab Herbst 2022 mit rund 11 000 m² Betriebsfläche „auf der grünen Wiese“ komplett neu gebaut. Die Serienproduktion lief – wie geplant – be-

reits im April 2024 an. Hier entstehen rund um die Uhr sogenannte Microducts unterschiedlicher Durchmesser und Farben – Rohre, in die später die einzelnen Glasfasern eingezogen bzw. eingeblasen werden. Sie werden zu Mehrfachrohrsystemen kombiniert, die im Erdreich verlegt werden. Die Mehrfachrohre enthalten je nach Kundenwunsch etwa sechs bis 25 Microducts in unterschiedlichen Durchmessern. Die Einzelrohre sind mit wenigen Hundertstel Millimetern sehr eng toleriert, die Hülle der Mehrfachrohre muss robust und tauglich für die Erdverlegung sein.

Automatisierung und Digitalisierung von Produktion und Materialfluss

Das Herz der Produktion bilden die Mono-Extrusionslinien mit Haupt-, Co- und Farbextrudern auf denen Microducts in vielfältigen Farbstellungen und Durchmessern entstehen, sowie zwei Extruderlinien, auf denen die kundenspezifisch konfektionierten Rohrbündel ummantelt werden.

Einen wesentlichen Beitrag an der hohen Effizienz und Ausbringung der Gesamtanlage haben die automatische, zentrale Materialversorgung sowie das voll automatisierte Lager für Microducts-Spulen. Die Materialförderung ist integraler Bestandteil des Produktionskonzepts von egeplast, wurde jedoch als eigenständige Teillösung durch die motan Gruppe entwickelt, realisiert und in die Gesamtproduktion integriert

Mit der komplett neu aufgebauten neuen Produktion ist es laut egeplast-Verantwortlichen gelungen, die Digitalisierung und Automatisierung auf ein völlig neues Niveau zu heben und damit einerseits dem Fachkräftemangel in der Grenzregion zwischen Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen wirksam entgegen zu steuern. Andererseits seit damit das sichere Einhalten der Qualitätsanforderungen und das Beherrschen der sehr hohen Variantenvielfalt gewährleistet. Das gilt auch und besonders für das Thema Materialversorgung. „Wir hatten wie andere Unternehmen auch das Problem, dass mit dem Ausscheiden langjähriger und erfahrener Mitarbeiter nicht schnell genug ausreichend Nachwuchskräfte gefunden und geschult werden können“, erklärt Geschäftsführer Torsten Ratzmann. „Es gab zusehends Schwierigkeiten, den kontinuierlichen Betrieb über 24 Stunden und sieben Tage die Woche mit qualifizierten Mitarbeitern zu besetzen.“

So stellte sich die zentrale Frage: Wie bekommt man das jeweils richtige Material sicher und zuverlässig vom Silo an die Maschine. Hier kamen dann ganz automatisch Überlegungen ins Spiel wie „Automatisch Versorgungsleitungen koppeln statt manuell.“ Und selbstverständlich bietet die komplett neue geplante Materialversorgung vielerlei Chancen auf verringerten Energiebedarf und erhöhte Sicherheit der Materialqualität. Zudem eröffnen sich damit Möglichkeiten, die wertvollen Mitarbeiter von Routinetätigkeiten zu entlasten und sie an den wirklich neuralgischen Punkten einzusetzen. „Vorab kann ich vor dem Hintergrund von mehr als einem Jahr Betriebserfahrung mit der neuen Produktion schon sagen“, so Projektleiter Matthias Feldmann: „Wir haben die Ausbringung trotz Verringerung der Mono-Extrusionslinien und mit erheblich weniger Personal etwa verdoppelt. Jetzt können wir die Mitarbeiter optimiert einsetzen“, betont er. Eine weitere Linie ist im Oktober 2025 dazu gekommen. Und es ist weiteres Ausbaupotenzial vorhanden, sowohl bei den Extrudern, wie in der von motan entwickelten und realisierten Materiallogistik.

Schon seit Jahren arbeitet egeplast mit dem Steuerungsinstrument der Balance Score Card. Mit der neu aufgebauten Produktion wurde eine nochmals erheblich transparentere Darstellung der Betriebsabläufe – und damit auch der Materiallogistik – erreicht, um den Mitarbeitern schnelle und wirksame Reaktionsmöglichkei-



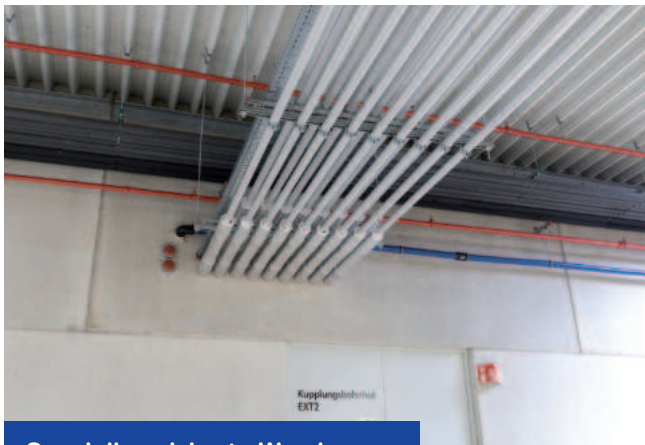
egeplast Geschäftsführer Torsten Ratzmann hat den nächsten Ausbauschritt der Rohrfertigung bereits im Blick (Quelle: motan)

ten an die Hand zu geben und Ausschuss von vornherein zu vermeiden. „Das ist aufgrund der enormen Variantenvielfalt der Produkte hinsichtlich Farben, Anzahl der Monorohre im fertigen Kabelbündel, Längen und anderer Gegebenheiten dringend erforderlich.“

Natürlich fällt trotzdem Ausschuss an, schon aufgrund des Anfahrens und beim Stopp der Extrusion und bei den sehr häufigen Farbwechseln. „Nun aber sind wir besser in der Lage, den Ausschuss differenziert zu betrachten“, erklärt Tobias Hallmann Leiter Global Industrial Engineering. „Heute wissen wir genau, unter welchen Umständen wie viele Meter Ausschuss bei welchen Farbwechseln anfallen und können mit entsprechenden Optimierungen reagieren.“ Früher wurden solche Angaben manuell im MES (Manufacturing Execution System – Produktionsleitsystem) erfasst. Das geschieht jetzt genauer und in Echt-Zeit. Heute erfolgt die Erfassung automatisch und die Daten stehen ebenso automatisch im unternehmensweiten ERP (Enter-

Zwei vollautomatische Kupplungsbahnhöfe des Typs Metrolink ziehen Material aus 24 Silos und verteilen es über knapp 2000 Meter Rohrleitungen an die Extruder (Quelle: motan)





Speziell gesicherte Wanddurchbrüche der Materialleitungen in den Querschuttwänden (Quelle: motan)



Materialleitungen führen von den Metrolink-Stationen zu den Zwischenbehältern auf der zweiten Ebene oberhalb der Extruder (Quelle: motan)

prise Ressource Planning) zur Verfügung. Hier haben wir deutliche Verringerungen des Ausschusses erzielt. „Wir gehen davon aus, und das haben uns Lieferanten und Kunden mehrfach bestätigt, die wohl modernste Produktionsanlage für Microducts und Bündelrohre zu betreiben“, zeigt sich Torsten Ratzmann von dem Erfolg der Investition überzeugt. Mit der Auszeichnung Fabrik des Jahres mit dem den Categoriesieg „Hervorragende Transformation: Digitalisierung & Automatisierung“ wird die besondere Leistung bestätigt.

Vollautomatischer Kupplungsbahnhof Metrolink (Quelle: motan)



Zentrale Materialversorgung aus 24 Silos

Sicherheit und Qualität der Rohware – in der Microduct-Produktion wird ausschließlich Polyethylen eingesetzt – führten zur Entscheidung, die gesamte Materialbevorratung indoor zu installieren. Aktuell 24 Silos mit je 50 m³ Volumen werden direkt aus Lkw befüllt. Für weitere zwölf Silos als Erweiterungsoption sind bereits Stellplätze vorhanden. Die Silos sind mit drei vollständig automatisch schaltenden Kupplungsbahnhöfen des Typs Metrolink von motan gekoppelt, die die Versorgung der Extrusionsanlagen per Zentral-Vakuumanlage übernehmen. Als Sonderlösung bei egeplast wurden die drei Metrolink-Verteilersysteme mit einem „rückwärts“ betriebenen Kupplungsbahnhof fix gekoppelt um damit die Anzahl von 24 (36) Materialquellen auf 13 (17) Fördergeräte auf dem Extruder zusammenzuführen. Zuzüglich der Sondermaterialien, welche als Mischung über das Dosiersystem Gravicolor GC1000 von motan laufen oder kundenseitige Behälter mit Regranulat, welche ebenfalls mit eingebunden werden können. Typischerweise versorgen wenige Materialaufgabestationen viele Verarbeitungsmaschinen, hier ist es umgekehrt. Bei egeplast werden im Endausbau bis zu 49 Entnahmestellen automatisch und fehlersicher mit 17 Fördergeräten auf den Extrudern verbunden. Die Flexibilität der motan-Anlage und der Steuerungstechnologie realisiert diese ungewöhnliche Konfiguration ohne größeren technischen Aufwand.

Für die Qualität und Montagefähigkeit der Glasfasern in den Microducts sowie für die optimale Materialausnutzung ist unter anderem das Einhalten geringer Durchmesser-toleranzen von typischerweise 0,01 bis 0,03 mm erforderlich. Präzise Dosiertechnik mit motan-Geräten der Typen Mini- und Gravicolor sowie Online-Mess- und Regeltechnik mit Trichterwagen BTW der motan extrusion engineering an jeder Extrusionslinie sorgen zuverlässig für das Einhalten der Qualitätsparameter. Damit werden die materialsparende und hocheffiziente Extrusion von Microducts und Mantelrohren erreicht. Dazu gehört auch das Einbringen von Farben sowie produktions- und produktoptimierenden Additiven. Auch hier wurde eine eher unübliche, in dieser

Anwendung aber optimale Geräte-Kombination entwickelt: Die Trichterwaagen erfassen gravimetrisch, also gewichtsbezogen, die Durchsätze und geben das Signal an die Extruder bzw. an die gravimetrischen Dosiergeräte weiter. Das garantiert einerseits die kosteneffiziente, zum anderen die optimale Beschickung der Extruder mit sehr geringen Toleranzen der Endprodukte.

Knapp 2.000 m Rohrleitungen für den Granulattransport mit überwiegend 60 mm Durchmesser verbinden sämtliche Anlagekomponenten zwischen Silos und Fördergeräten an den Extrudern. Integriert sind Entstaubungsanlagen, umfassende Sensorik sowie die auf egeplast-Bedürfnisse exakt zugeschnittene Steuerungs- und Überwachungstechnik mit Schnittstellen zu Produktionsleit- und ERP-Systemen.



Präzise Lösung für egeplast: Dosier- und Mischsystem mit Minicolor G Dosiergerät und BTW Trichterwaage (Quelle: motan)

Effizienz, Sicherheit, Wettbewerbsfähigkeit

Automatisierung und Digitalisierung bringen nicht nur deutlich steigende Effizienz, sondern auch Sicherheit: So ist es nun sehr einfach, einzelnen Produkten die Materialchargen zuzuordnen. Die motan-Steuerung sorgt automatisch dafür, dass ein Fertigungsauftrag nach Chargenreinheit priorisiert wird sowie dass die Silos leer gefahren werden, Stichwort „Fifo“.

„Die Extrusionsanlagen sind sehr langlebig und leistungsfähig, entsprechend hochwertige Umfeld-Technologien haben wir gewählt“, erklärt Torsten Ratzmann. Der für die Rohrfertigung eigentlich untypischen Variantenvielfalt muss die zentrale Materialversorgung ebenfalls genügen, und das war eine echte Herausforderung – zumal zwischen Start und Echtbetrieb dieses großen Projekts inklusive Hallenbau nicht einmal 18 Monate lagen. Was wir hier geschaffen haben, dient auch als Blaupause für andere Werke unserer Gruppe.“ Dabei wurde in großem Umfang Lösungen entwickelt, die bislang einmalig in der Branche sind. Hier gibt es keine Systeme von der Stange, sondern präzise auf die speziellen Anforderungen zugeschnittene und damit hoch effiziente Anlagen – von der Materialbevorratung über die zentrale Versorgung der Extrusionsanlagen bis zur Technologie des Wickelns der Einzelrohre und deren Lagerung in einem voll automatisierten Lager. Das entlastet die Mitarbeiter von Routinen, schöpft deren Qualifikation besser aus.

Schulungen in Automatisierung

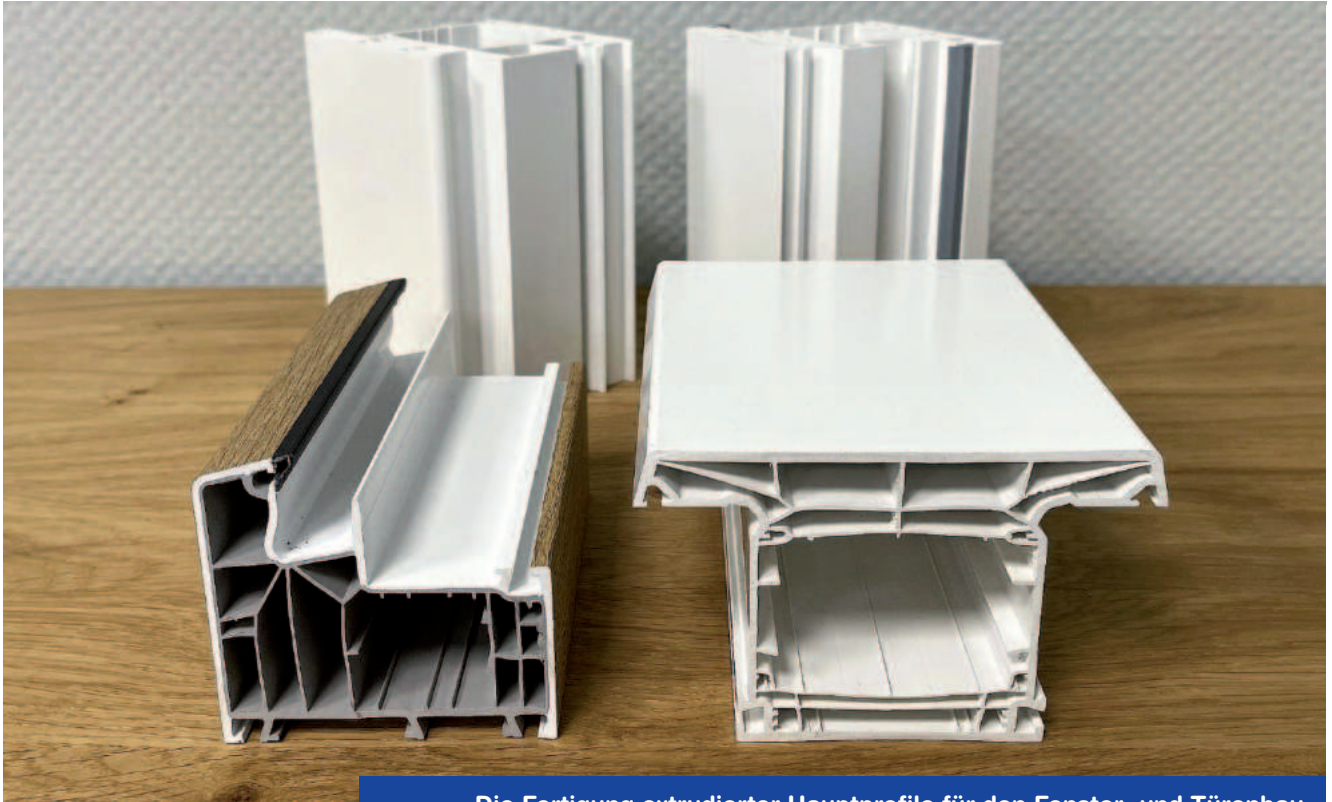
und Programmierung, geschehen inzwischen fast ausschließlich in Eigenleistung. Mit diesen Mitarbeitern sowie mit motan gibt es immer wieder „Rückkopplungen“, um sukzessive die Organisation und Produktion weiter zu optimieren und die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts „schönen Münsterland“ auf Dauer zu garantieren.

► motan gmbh
Otto-Hahn-Str. 14, 61381 Friedrichsdorf, Deutschland
www.motan-group.com
► egeplast international GmbH
Robert-Bosch-Str. 7, 48268 Greven, Deutschland
www.egeplast.de

Materialversorgung über den Extrudern mit Metro G Fördergeräten und Zwischenbehältern oberhalb der Maschinenebene (Quelle: motan)



Die große Vielfalt der modernen Extrusionstechnik



Die Fertigung extrudierter Hauptprofile für den Fenster- und Türenbau gehört zu den Stärken von SLS (Alle Bilder: SLS Kunststoffverarbeitung)

SLS gilt als Spezialist für die Realisierung hochwertiger und innovativer Profilsysteme

Die Fensterbau Frontale in Nürnberg (24. bis 27. März 2026) gilt als Weltleitmesse der internationalen Fenster-, Türen- und Fassadentechnik. Der deutsche Kunststoffprofile-Hersteller SLS nutzt die Veranstaltung in diesem Jahr nicht nur zum aktiven Networking mit führenden Unternehmen der Branche, sondern auch um auf die vielfältigen Möglichkeiten der modernen Extrusionstechnik aufmerksam zu machen. Dank der technologischen Bandbreite seines Portfolios ist SLS für die Konstrukteure und Produktentwickler großer Hauptprofile, komplexer Passivhausfenster und innovativer Verbundmaterialprofile ein höchst attraktiver Partner.

Über 40 Jahre Erfahrung auf dem Gebiet der Extrusionstechnik, eine nachhaltig geführte Produktion mit über 30 Extrusionslinien und weitreichende Kompetenzen im Bereich des Werkzeugbaus – das allein sind Merkmale, die SLS zu einem gefragten Gesprächspartner für viele namhafte Fenster- und Türenbauer machen. Ein Expertenteam des deutschen Unternehmens wird daher die Fensterbau Frontale 2026 in Nürnberg besuchen, um den Konstrukteuren und Produktentwicklern

einmal mehr die heutigen Möglichkeiten der modernen Extrusionstechnik vor Augen zu führen. „Insbesondere, wenn es darum geht, montagefertige Profilkits für die Rahmen energieeffizienter Passivhausfenster oder Systemprofile mit geometrisch komplizierten Querschnitten, mit funktionellen Hart-Weich-Zonen oder aus CO₂-armen Werkstoffen zu realisieren, verfügen wir inzwischen über eine hohe Lösungskompetenz“, sagt Geschäftsführer Jan Leibrock.

Alle verfahrenstechnischen Varianten

In seinem Stammwerk in Dahn fertigt das mittelständische Familienunternehmen sowohl Massiv- und Hohlkammer- als auch Bau- und Spezialprofile aus PVC, PP, PS, PE, POM, SB, ASA, ABS sowie PVC-Schaum und technischen Blends in kleinen und großen Serien mit Metergewichten von 20 bis 5.000 Gramm. Mit professioneller Routine nutzt SLS dabei alle derzeit relevanten verfahrenstechnischen Varianten der modernen Extrusionstechnik – unter anderem auch die Co- und Tri-Extrusion und die Post-Co-Extrusion. Diese Verfahren setzen fundiertes Werkstoff-Know-how und eine hohe Fertigungsexzellenz voraus, ermöglichen aber die Herstellung innovativer und funktioneller Verbundstoffprofile aus verschiedenen technischen Kunststoffen mit ganz unterschiedlichen Eigenschaften. „Ohne Qualitätseinbußen können wir dabei einen maximal hohen Anteil an Regenerat – also Granulat aus Recycling-Kreisläufen – und auf Kundenwunsch sogar CO₂-reduzierte Thermoplaste wie etwa Bio-PVC oder Bio-PP verwenden“, berichtet Jan Leibrock.

Viele Vorher- und Nachher-Leistungen

Über das werkstoff- und verfahrenstechnische Portfolio hinaus hat SLS in jüngster Vergangenheit sein Leistungsspektrum in den Bereichen der Pre- und der Post-Production erheblich erweitert. Das bedeutet konkret: Im Vorfeld

SLS fertigt Massiv- und Hohlkammer- sowie Bau- und Spezialprofile aus PVC, PP, PS, PE, POM, SB, ASA, ABS sowie PVC-Schaum und technischen Blends in kleinen und großen Serien mit Metergewichten von 20 bis 5.000 g



Jan Leibrock: „Wenn Profilkits für Passivhausfenster oder Systemprofile mit komplizierten Querschnitten, mit Hart-Weich-Zonen oder aus CO₂-armen Werkstoffen zu realisieren sind, bieten wir eine hohe Lösungskompetenz.“

der Fertigung unterstützen die Spezialisten des Unternehmens den Kunden bei der Werkstoff-Auswahl, der Konstruktion, der Auslegung und beim Prototyping, und nach der Extrusion der Profile kann der Auftraggeber eine Vielzahl von Leistungen in Anspruch nehmen, die seine eigene Wertschöpfung entlasten. Dazu zählen unter anderem die Konfektionierung, die Individualisierung und die Anarbeitung der Profile. Zudem schließt der SLS-Katalog von Post-Production-Leistungen das Vorhalten von Lagerkapazitäten, das kundenspezifische Kennzeichnen, die Konfiguration montagefertiger Kits sowie das abholfertige, verkaufsgerechte Verpacken der Profile mit ein. Jan Leibrock betont zudem: „Wann immer sinnvoll und möglich, setzen wir alle Kundenwünsche um – selbst wenn es um die die Zusammenstellung von Just-in-Time-Paketen oder die Umsetzung spezieller Logistikanforderungen geht.“

„CO₂-Neutralität fast erreicht“

Auf der Fensterbau Frontale 2026 werden die Experten von SLS auch über die mannigfaltigen Nachhaltigkeitsmaßnahmen informieren, die inzwischen umgesetzt wurden. So hat das Unternehmen beispielsweise die Dächer seiner Hallen mit Photovoltaikanlagen ausgerüstet und seine Extrusionslinien mit energieeffizienten Antrieben ausgestattet. Jan Leibrock sagt daher nicht ganz ohne Stolz: „Beim Strombedarf unserer Produktion haben wir die CO₂-Neutralität inzwischen fast erreicht.“ Auch für Fenster-, Türen- und Fassadenbauer, die Wert darauf legen, dass die Herstellung ihrer Produkte einen möglichst kleinen ökologischen Fußabdruck hinterlassen, ist SLS also ein überaus attraktiver Zulieferer.

Autor

Manfred Stiller,
Freier Fachjournalist, Darmstadt

► SLS Kunststoffverarbeitungs GmbH & Co. KG
Industriestr. 11, 66994 Dahn, Deutschland
www.sls-kunststoffprofile.de

QC-Offline-Messgeräte für die präzise Qualitätskontrolle



QC 2 – Drahtmessung

Zumbach Electronic – seit über 60 Jahren weltweit führender Hersteller von Inline-Messlösungen – hat kürzlich seine neueste Innovation im Bereich der Präzisionsmesstechnik vorgestellt: die berührungslosen QC-Offline-Messstationen, die schnelle, genaue und wiederholbare Messungen für Draht-, Kabel- und Rohrproben ermöglichen. Diese Systeme setzen neue Maßstäbe für die Qualitätskontrolle in Fertigungsumgebungen, gewährleisten die Einhaltung strenger Spezifikationen und ermöglichen eine Optimierung der Produktion.

QC 2: Fortschrittliche Messung für Draht-, Kabel- und Rohrproben

Das QC 2-System kombiniert modernste Komponenten, um eine beispiellose Genauigkeit und Benutzerfreundlichkeit zu bieten und besteht aus einem hochpräzisen Durchmessermesskopf, einem motorisierten rotierenden Probenhalter mit automatischem Probenauswurf für die Stückmessung und einem USYS-Touch-Prozessor mit spezieller Software zur Datenauswertung.

Dieses System ist ideal für Qualitätskontrolllabore oder Fertigungsstätten und bietet Bedienern eine einfache, wiederholbare Lösung zur Messung von Außendurchmesser und Ovalität. Im Gegensatz zu herkömmlichen Mikrometern oder mechanischen Anzeigen, bei denen Kalibrie-

rungsfehler oder Bedienungsunterschiede auftreten können, garantiert das QC 2 konsistente Ergebnisse, unabhängig von der Bedienung.

Die wichtigsten Vorteile des QC 2:

- Genaue und benutzerfreundliche Messmethode
- Schnelles Feedback zur Produktionsoptimierung
- Automatische Drehung und Messstart mit einem einzigen Tastendruck
- Speziell entwickelter Drehhalter für präzise Probenpositionierung
- Umfassende Statistiken (Min, Max, Durchschnitt, Standardabweichung) auf Knopfdruck
- Daten-Upload-Funktion zur weiteren Verarbeitung



QC 2 – Stückmessung

QC 4: Präzisionsmessung für Schlauch- und Rohrproben

Für Schlauch- und Rohranwendungen bietet Zumbach das QC 4-System an, das den Außendurchmesser misst und den Innendurchmesser und die Wanddicke berechnet. Wie das QC 2 liefert es schnelle, genaue Ergebnisse und kann sowohl in QC-Laboren als auch in der Fertigung eingesetzt werden. Damit bietet es Anwendern eine einfache und wiederholbare Lösung für die Messung von Teilen oder Schnittproben extrudierter Produkte.

Die wichtigsten Vorteile des QC 4:

- Einfache Platzierung auf einem Referenzstift
- Mehrere Messungen um den Umfang der Probe herum
- Zwei statistische Modi:
 - o Eine Messung über mehrere Proben hinweg
 - o Mehrere Messungen an einer Probe
- Sofortige Berechnung von Min, Max, Durchschnitt und Standardabweichung
- Einfacher Datenexport für erweiterte Analysen

Sowohl das QC 2 als auch das QC 4 geben sofort Rückmeldung darüber, ob Teile innerhalb der vorgegebenen Toleranzen liegen und den Spezifikationen entsprechen. Sie helfen Herstellern dabei:

- Ausschuss und Nacharbeit zu reduzieren
- Produktionsprozesse zu optimieren
- Eine gleichbleibende Produktqualität sicherzustellen

Mit ihrer Genauigkeit, Geschwindigkeit und ihrem bedienerfreundlichen Design stellen die QC-Systeme von Zumbach einen bedeutenden Fortschritt in der Qualitätssicherung bei der Herstellung von Drähten, Kabeln, Schläuchen und Rohren dar.

► ZUMBACH Electronic AG
P.O. Box CH-2552 Orpund, Schweiz
sales@zumbach.ch, www.zumbach.com



QC 4 – Stückmessung

Erweiterung von bestehenden Mischungsregeln für die Viskositätsberechnung von ternären Polymerblends

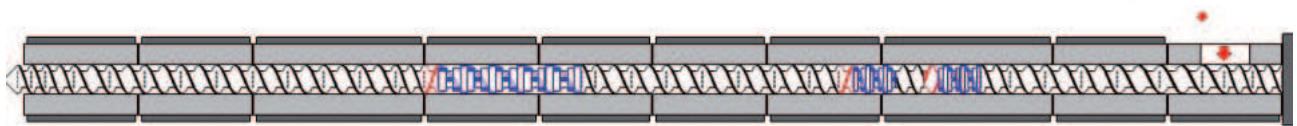


Bild 1: Verwendete Schneckenkonfiguration

Aufgrund der kontinuierlich steigenden Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Kunststoffbauteilen ist eine gezielte Anpassung der Materialeigenschaften erforderlich [KBR19]. Eine Möglichkeit zur zielgerichteten Einstellung der mechanischen, thermischen oder chemischen Eigenschaften ist in diesem Zusammenhang die Modifikation eines Basispolymers durch Zusatzstoffe oder die Kombination mehrerer Polymere zu sogenannten Polymerblends [PN78, NN00, Utr02]. Das Einarbeiten der Zusatzstoffe oder weiterer Polymere erfolgt in der Regel bei der Compoundierung auf achsparallelen und gleichläufigen Doppelschneckenextrudern, die weitere Verarbeitung in Extrusions- und Spritzgussprozessen meist auf Einschneckenextrudern [Koh16, KBR19, DHM19]. Solche Verarbeitungsprozesse werden mittlerweile häufig zuerst simuliert, um mit möglichst geringem Materialaufwand die besten Verarbeitungsparameter zu finden. Für die Simulationen müssen einige wesentliche Eigenschaften der zu verarbeitenden Stoffe bekannt sein [AR24, DOB+25]. Neben diversen thermodynamischen und Dichtedaten zählt dazu insbesondere die Viskosität, welche bei Polymerblends oftmals nicht bekannt ist. Es gibt allerdings Mischungsregeln, wie beispielsweise die logarithmische Mischungsregel, mittels welcher auf Basis der Viskositäten der einzelnen Polymere und dem Mischungsverhältnis die Viskosität des Polymerblends berechnet werden kann. Diese Mischungsregeln sind hauptsächlich auf zweikomponentige Polymerblends ausgelegt [Arr87, UK82].

In der Kunststoffindustrie werden jedoch zunehmend Polymerblends aus mehr als zwei Komponenten hergestellt, wie zum Beispiel Blends aus Polystyrol (PS), Polypropylen (PP) und hochdichtem Polyethylen (HDPE) oder PP, PS und Polyamid (PA6) [VDLF10, WLXG11]. Mit jeder weiteren Komponente steigen die möglichen chemischen und physikalischen Wechselwirkungen zwischen den Polymeren, die das rheologische Verhalten der Polymerblends beeinflussen können [KBR19]. Dadurch bedingt steigt auch die Komplexität der Modellierung der Materialeigenschaften in Simulationen. Um auch für solche ternären Polymerblends die Verarbeitung auf Extrudern simulieren zu

können, müssen die bereits bestehenden Mischungsregeln auf drei Komponenten erweitert werden.

Eine der ältesten Mischungsregeln für binäre Systeme ist, wie in **Tabelle 1** dargestellt, die logarithmische Mischungsregel nach ARRHENIUS [Arr87]. Sie benötigt für die Berechnung der Mischungsviskosität η_M nur die Gewichtsanteile W_A und W_B der beiden Bestandteile und den Logarithmus der jeweiligen einzelnen Viskositäten η_A und η_B . Damit gehört sie zu den additiven Mischungsregeln, da sie nur aus den jeweiligen Masseanteilen und dem Logarithmus als Viskositätsfunktion besteht [IN77].

Ähnlich zur logarithmischen Mischungsregel wurden ei-

Mischungsregel	Gleichung
Logarithmisch [9]	$\log(\eta_M) = W_A \log(\eta_A) + W_B \log(\eta_B)$
MONTFORT [13]	$\eta_M^{1/3,4} = W_A (\eta_A^{1/3,4}) + W_B (\eta_B^{1/3,4})$
GRUNBERG [12]	$\log(\eta_M) = W_A \log(\eta_A) + W_B \log(\eta_B) + 2W_A W_B G$

η_A, η_B
Viskosität der Komponente A bzw. B

η_M
Viskosität des Polymerblends

W_A, W_B
Anteil der Komponente A bzw. B in Gew.-%

G
GRUNBERG-Konstante (hier: G = 0,2)

Tabelle 1: Mischungsregeln zur Viskositätsberechnung von binären Polymerblends

nige weitere additive Mischungsregeln entwickelt. Dazu gehört auch die MONTFORT-Mischungsregel, welche ebenfalls die Gewichtsanteile der beiden Polymere nutzt, aber statt dem Logarithmus einen Exponenten verwendet (vgl. Tabelle 1) [MMAM79, IN77].

Des Weiteren wurden auch komplexere Mischungsregeln, unter anderem die parabolischen Mischungsregeln, entwickelt. Diese besitzen als Erweiterung der additiven Mischungsregeln einen zusätzlichen Term mit einer austauschbaren Variablen, die durch Optimierung über verschiedene Mischungsverhältnisse bestimmt wird. Die verbreitetste Mischungsregel dieses Typs ist die GRUNBERG Mischungsregel, welche in Tabelle 1 aufgeführt ist. Sie erweitert die logarithmische Mischungsregel um einen weiteren Term mit der sogenannten GRUNBERG-Konstante G [IN77]. Für diese Studie wird die GRUNBERG-Konstante bei allen Berechnungen auf 0,2 gesetzt. Dieser Wert wurde von REINDERS ausgewählt, um für möglichst viele binäre Polymermischungen ohne Optimierung die beste Annäherung zu bieten [NN18].

Aktuellere Studien entwickeln meist komplexere Mischungsregeln, welche entweder mit deutlich höherem Rechenaufwand verbunden sind, schwer zu bestimmende Materialparameter benötigen oder die Messung einzelner Mischungsviskositäten voraussetzen. Beispiele für solche Mischungsregeln sind die nach HERRÁEZ et al., FANG & HE und MCALLISTER [FH11, HBDH08, McA60].

Als Ziel dieser Studie sollen einige weit verbreitete Mischungsregeln für binäre auf ternäre Polymerblends erweitert werden. Es wurden die logarithmische Mischungsregel und die Mischungsregeln nach MONTFORT und GRUNBERG ausgewählt. Diese Mischungsregeln werden immer noch häufig eingesetzt und werden auch bereits für die Simulation von Verarbeitungsprozessen von binären Polymerblends verwendet [Rei16]. Hierfür ist besonders wichtig, dass sie ohne jegliche Vorversuche an den Polymerblends verwendet werden können. Die meist bekannt-

ten Viskositäten der einzelnen Polymere sind ausreichend. Andere Mischungsregeln müssen hingegen entweder mit Optimierungsparametern gefittet werden oder benötigen sehr aufwendige Vorversuche. Die Validierung der Mischungsregeln für ternäre Polymerblends soll anhand von Vergleichen mit Viskositätsmessungen ausgesuchter ternärer Polymerblends aus PP, LDPE und HDPE stattfinden. Die dazu verwendeten Materialien und Methoden werden im Folgenden kurz beschrieben.

Material und Methoden

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden drei unterschiedliche Polymere verwendet: PP RD234CF (Borealis), HDPE ICP 5602 (Sabic) und LDPE Lupolen 1840D (LyondellBasell) [Bor23, Lyo26, SAB22]. Die Viskositäten der Polymere wurden aus eigens durchgeführten Hochdruckkapillarrheometer (HKR) Messungen ermittelt und mit Hilfe des CARREAU-Ansatzes (vgl. Gleichung 1) modelliert [Sch20]. Die CARREAU-Parameter und die Kristallitschmelztemperaturen der Polymere sind in Tabelle 2 aufgeführt.

$$\eta(\dot{\gamma}) = \frac{A}{[1 + B\dot{\gamma}]^C} \quad (1)$$

$\dot{\gamma}$ Schergeschwindigkeit

A Nullviskosität

B reziproke Übergangsschergeschwindigkeit

C Steigung

Zusätzlich zu den reinen Polymeren wurden vier Mischungen der drei Polymere mit unterschiedlichen Mi-

Tabelle 3: Mischungsverhältnisse der ternären Polymerblends

Mischung	PP	HDPE	LDPE
M1	33 %	33 %	33 %
M2	50 %	25 %	25 %
M3	25 %	50 %	25 %
M4	25 %	25 %	50 %

Tabelle 2: Materialeigenschaften der verwendeten Polymere

Materialeigenschaft	PP	HDPE	LDPE
CARREAU-Parameter (bei 230 °C)	A: 6708,27 Pa·s B: 0,1255 s C: 0,7511	A: 6826,60 Pa·s B: 0,3254 s C: 0,6083	A: 31326,91 Pa·s B: 0,2546 s C: 0,8092
Kristallitschmelztemperatur	150 °C	133 °C	108 °C

schungsverhältnissen hergestellt. Die jeweiligen Mischungsverhältnisse sind in Tabelle 3 dargestellt.

Für die Verarbeitung der verschiedenen Polymere und Polymermischungen wurde ein Doppelschneckenextruder vom Typ ZE28 Blue Power der Firma KraussMaffei Extrusion

Tabelle 4: Gewählte Zylindertemperaturen des Doppelschneckenextruders in °C

T _{z1}	T _{z2}	T _{z3}	T _{z4}	T _{z5}	T _{z6}	T _{z7}	T _{z8}	T _{z9}	T _{z10}	T _{z11}	T _{z12}	T _{z13}
30	150	220	220	250	250	250	250	250	250	250	250	250

Tabelle 5: Kennwerte der verwendeten Rundkapillardüsen

Düse	Länge	Durchmesser	Max. Druck der Druckaufnehmer
1	30 mm	1 mm	1000 bar
2	20 mm	1 mm	500 bar

sion GmbH (Laatzen, Deutschland) verwendet. Dieser Extruder verfügt über einen Schneckendurchmesser von 28 mm und eine Länge von 44 L/D. Die benutzte Schneckenkonfiguration ist in Bild 1 dargestellt und setzt sich zusammen aus Förderelementen und drei Knetzonen, bestehend aus Knetblöcken mit angrenzenden Rückförderelementen.

Um einen möglichen Einfluss des Molekulargewichtabaus der Polymere durch die Compoundierung der Polymerblends und der damit einhergehenden Beeinflussung der Viskosität auszuschließen, wurden sämtliche Polymerblends als auch alle drei Basispolymere unter gleichen Prozessparametern verarbeitet. Die Schneckendrehzahl beträgt 250 U/min und der Durchsatz 15 kg/h. Das Temperaturprofil kann Tabelle 4 entnommen werden.

Zur Untersuchung der rheologischen Eigenschaften der verschiedenen Polymere und Polymermischungen wurde das HKR RG50 der Firma Göttfert (Buchen, Deutschland) eingesetzt. Es wurden zwei Rundkapillardüsen mit unterschiedlichen Abmessungen gleichzeitig verwendet um die Messwerte mit Hilfe der BAGLEY-Korrektur um den Einlaufdruckverlust zu bereinigen und mit Hilfe der WEISSENBERG-RABINOWITSCH-Korrektur die wahren Schergeschwindigkeiten aus den scheinbaren bestimmt. Die Kennwerte der beiden Düsen sind in Tabelle 5 aufgetragen.

Die Messtemperatur betrug für alle Messungen 230 °C. Die Aufheizzeit betrug 5 Minuten. Es wurden die in Tabelle 6 aufgeführten scheinbaren Schergeschwindigkeiten angefahren. Als Messergebnisse werden die wahren Viskositäten η der Polymere und Polymermischungen über der wahren Schergeschwindigkeit $\dot{\gamma}$ ausgegeben.

5 s ⁻¹	10 s ⁻¹	20 s ⁻¹	100 s ⁻¹	200 s ⁻¹
500 s ⁻¹	1000 s ⁻¹	2000 s ⁻¹	5000 s ⁻¹	

Tabelle 6: Angefahrte scheinbare Schergeschwindigkeiten

Erweiterung der Mischungsregeln

Die für diese Studie ausgewählten Mischungsregeln, die logarithmische und die Mischungsregeln nach MONTFORT und GRUNBERG (vgl. Gleichungen 1-3), werden im Folgenden von zwei- auf n-komponentige Polymerblends erweitert. Hieraus ergeben sich die folgenden Gleichungen für die Mischungsregeln.

Logarithmisch [UK82]:

$$\log(\eta_M) = \sum_{i=1}^n W_i \log(\eta_i) \quad (2)$$

- n Anzahl der Komponenten
- W_i Anteil der Komponente i in Gew.-%
- η_i Viskosität der Komponente i

$$\text{MONTFORT: } \eta_M^{1/3,4} = \sum_{i=1}^n W_i \eta_i^{1/3,4} \quad (3)$$

$$\text{GRUNBERG: } \log(\eta_M) = 2G \left[\prod_{i=1}^n W_i + \sum_{i=1}^n W_i \log(\eta_i) \right] \quad (4)$$

Eine wichtige Nebenbedingung für alle erweiterten Mischungsregeln ist hierbei, dass die Summe der Gewichtsanteile weiterhin eins ergeben muss:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad (5)$$

Messung der Viskositäten der Polymerblends

Um die neuen Mischungsregeln für ternäre Polymermischungen validieren zu können, werden zunächst die Viskositäten der vier ternären Polymermischungen M1 bis M4 mithilfe des HKRs gemessen. Anhand der Messwerte werden dann mittels Fehlerquadratminimierung die CARREAU-Parameter bestimmt. So können die Viskositäten auch auf niedrigere Schergeschwindigkeiten extrapoliert werden. Die Messwerte der Viskositäten für die Mischungen M1 bis M4 mit den daraus bestimmten CARREAU-Kurven sind in Bild 2 dargestellt.

Bei allen vier ternären Polymermischungen ist ein deutliches scherverdünnendes Verhalten zu erkennen. Allerdings unterscheiden sich die Viskositätsverläufe im Bereich niedriger Schergeschwindigkeiten leicht. Die Polymermischung M2 weist zum Beispiel ein etwas stärkeres newtonisches Verhalten als die anderen Mischungen auf, erkennbar durch den ausgeprägteren horizontalen Verlauf. Eine Übereinstimmung des CARREAU-Modells und den Messwerten ist mit einer durchschnittlichen prozentualen Abweichung zwischen 3 und 6 Prozent gegeben. Besonders im mittleren Schergeschwindigkeitsbereich liegt eine sehr hohe Übereinstimmung vor. Lediglich bei sehr hohen und sehr niedrigen Schergeschwindigkeiten sind kleinere Abweichungen festzustellen. Schlussfolgernd können die mittels der CARREAU-Parameter ermittelten Viskositäten als Vergleichsbasis für die Validierung der verschiedenen Mischungsregeln verwendet werden.

Validierung der erweiterten Mischungsregeln

Im nächsten Schritt sollen nun die erweiterten Mischungsregeln validiert werden, in dem die gemessenen Viskositäten der hergestellten Polymerblends den aus den

gemessenen Viskositäten der Basispolymere und entsprechenden Anteilen berechneten Mischungsviskositäten gegenübergestellt werden. Als Grundlage dienen dabei die modellierten Viskositäten mittels der ermittelten CARREAU-Parameter, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

In Bild 3 werden die berechneten Viskositäten der drei erweiterten Mischungsregeln für die verschiedenen Polymerblends mit den jeweiligen gemessenen Viskositäten verglichen. Die drei Mischungsregeln erzielen, mit nur 5 Prozent Abweichung der Viskosität untereinander, sehr ähnliche Ergebnisse. Bei allen vier Polymerblends wird die gemessene Viskosität überschätzt. Allerdings kommen bei M1 und M3 die berechneten Verläufe näher an die Messwerte heran als bei M2 und M4. Dieses spiegelt sich auch in den Bestimmtheitsmaßen der berechneten Verläufe wider. Während bei M1 die Bestimmtheitsmaße der verschiedenen Mischungsregeln durchschnittlich bei 0,98 liegen, sind sie bei M2 nur bei 0,90. Die Abweichungen sind im niedrigen Schergeschwindigkeitsbereich höher, im mittleren Schergeschwindigkeitsbereich nähern sie sich den Messwerten hingegen an. Nur beim Polymerblend M3 mit erhöhtem LDPE-Anteil nehmen die Abweichungen bei sehr hohen Schergeschwindigkeiten wieder zu.

Für eine detailliertere Auswertung sind in Bild 4 die prozentualen Abweichungen der drei Mischungsregeln von den gemessenen Viskositäten für jedes Polymerblend aufgetragen. Generell sind nur kleine Unterschiede zwischen den einzelnen Mischungsregeln sichtbar. Dennoch erzielt die logarithmische Mischungsregel bei allen vier Polymerblends über den gesamten Schergeschwindigkeitsbereich die besten Ergebnisse. Die MONTFORT-Mischungsregel weicht bei niedrigen und die GRUNBERG-Mischungsregel bei hohen Schergeschwindigkeiten am stärksten von den gemessenen Viskositäten ab. Außerdem ist zu erkennen, dass die Mischungsregeln bei Polymerblend M1 mit gleichen Anteilen der drei Polymere die Messwerte am besten annähern. Hier beträgt die durchschnittliche prozentuale Abweichung nur etwa 20 Prozent. Auch bei Polymerblend M3, mit erhöhtem Anteil LDPE, ist die Übereinstimmung der Mischungsregeln mit durchschnittlich 25 Prozent Abweichung noch hoch. Bei den Polymerblends M2 und M4, mit erhöhten Anteilen PP (M2) und HDPE (M4), liegen höhere Abweichungen vor. Bei Polymerblend

M4 beträgt die durchschnittliche Abweichung 44 Prozent und bei M2 54 Prozent.

Die Güte der Annäherung durch die erweiterten Mischungsregeln scheint also von der jeweiligen Zusammensetzung der ternären Polymerblends abzuhängen. Die Mischungsregeln können scheinbar das eher newtonsche Verhalten der Polymerblends bei niedrigen Schergeschwindigkeiten schlechter beschreiben als das schererdünnende. Folglich werden die Abweichungen bei Polymerblends mit ausgeprägterem newtonschen Verhalten, wie Polymerblend M2, höher sein als bei Polymerblends mit weniger ausgeprägtem newtonschem Verhalten. Für die Simulation von Verarbeitungsprozessen sind die Viskositäten in höheren Schergeschwindigkeitsbereichen zwischen 10 s^{-1} und 1000 s^{-1} relevant, sodass die höheren Abweichungen bei den niedrigen Schergeschwindigkeiten unterhalb von 10 s^{-1} in diesem Zusammenhang unerheblich sind [Koh16].

Bild 2: Viskositätsmessungen der ternären Polymerblends M1-M4 mit dazugehörigen CARREAU-Kurven; a) M1, b) M2, c) M3, d) M4

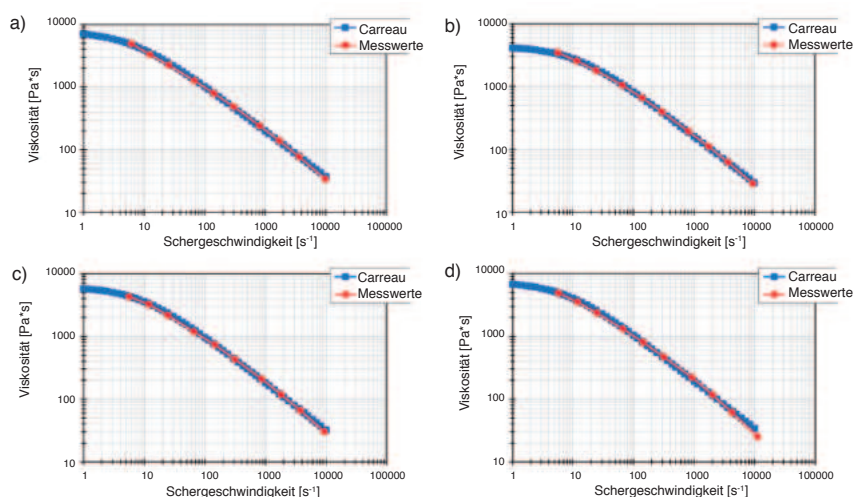
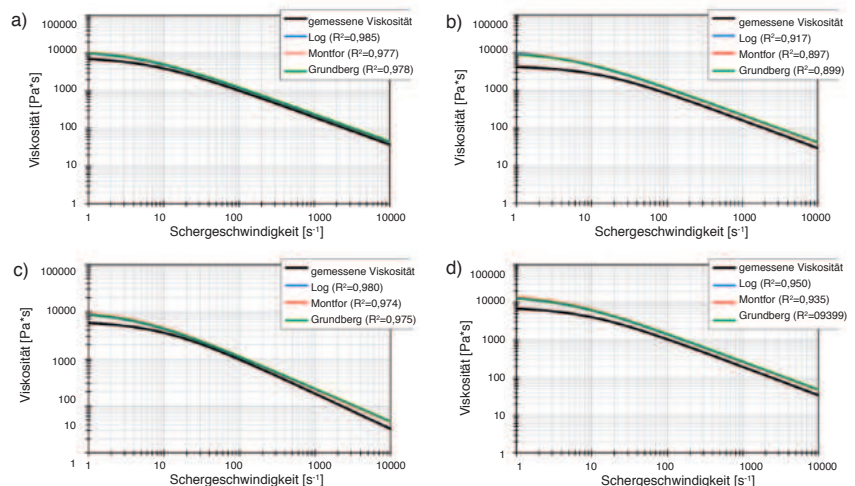


Bild 3: Vergleich zwischen berechneten und gemessenen Viskositätsverläufen; a) M1, b) M2, c) M3, d) M4



Fazit

Das Ziel dieser Studie war es, Mischungsregeln für binäre Polymerblends auf ternäre Polymerblends zu erweitern und zu validieren, um diese insbesondere für die Simulation von Verarbeitungsprozessen der Polymerblends einzusetzen. Dazu wurden die drei Mischungsregeln nach MONTFORT, nach GRUNBERG und die logarithmische Mischungsregel ausgewählt und mathematisch auf n-komponentige Polymerblends erweitert. Diese drei erweiterten Mischungsregeln wurden anhand von vier ternären Polymerblends aus PP, LDPE und HDPE mit verschiedenen Mischungsverhältnissen validiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Güte der Mischungsregeln stark von der Zusammensetzung der Polymerblends abhängt. Während die mittleren Abweichungen zwischen 20 und 54 Prozent betragen und insbesondere bei niedrigen Schergeschwindigkeiten im newtonschen Bereich höher ausfallen, liegen sie im verarbeitungsrelevanten Bereich von 10 s^{-1} bis 1000 s^{-1} bei 17 bis 42 Prozent. Die Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Mischungsregeln fallen mit weniger als 5 Prozent verhältnismäßig gering aus, die mittlere Abweichung der logarithmischen Mischungsregel ist mit 28 Prozent jedoch geringer als bei den Mischungsregeln nach GRUNBERG und MONTFORT mit 31 Prozent respektive 32 Prozent. Somit ist insbesondere die logarithmische Mischungsregel für die Berechnung der Viskosität von ternären Polymermischungen und dem Einsatz in Simulationsprogrammen am besten geeignet.

Autoren

Paul Kästner, M.Sc., wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Kunststofftechnik Paderborn (KTP), paul.kaestner@ktp.uni-paderborn.de.

Paul Albrecht, M.Sc., wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Kunststofftechnik Paderborn (KTP), paul.albrecht@ktp.uni-paderborn.de.

Prof. Dr.-Ing. Volker Schöppner, Lehrstuhlleitung der Kunststofftechnik Paderborn (KTP), volker.schoepner@ktp.uni-paderborn.de
Dr.-Ing. Dennis Kleinschmidt, Oberingenieur an der Kunststofftechnik Paderborn (KTP), dennis.kleinschmidt@ktp.uni-paderborn.de

Literaturverzeichnis

- [AR24] ARTHUR, T. B.; RAHMANIAN, N.: Process Simulation of Twin-Screw Granulation: A Review. *Pharmaceutics*, 6, 2024, 10.3390/pharmaceutics16060706
[Arr87] ARRHENIUS, S.: Über die innere Reibung verdünnter wässriger Lösungen. *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, 1, 1887, S. 285–298, 10.1515/zpch-1887-0133

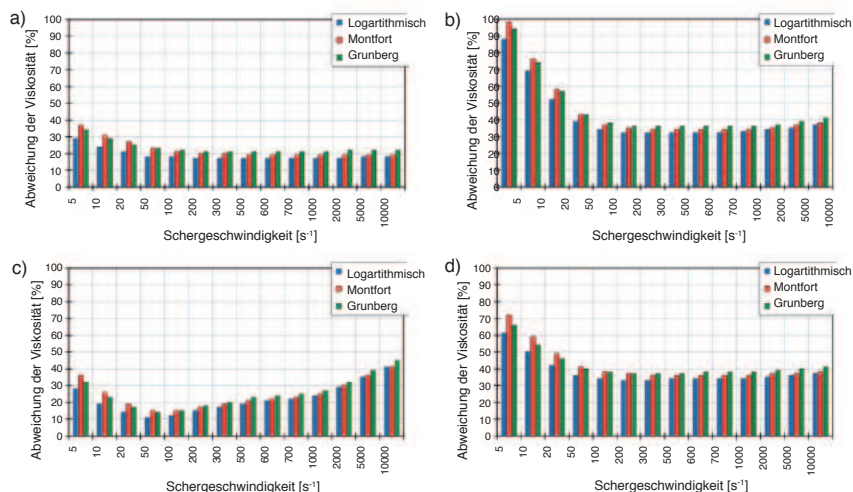


Bild 4: Prozentuale Abweichung der berechneten zu den gemessenen Viskositäten; a) M1, b) M2, c) M3, d) M4

- [Bor23] BOREALIS AG: Polypropylene RD234CF - Product Data Sheet, 2023
[DHM19] DAHLMANN, R.; HABERSTROH, E.; MENGES, G.: Menges Werkstoffkunde Kunststoffe. 7. Auflage, Hanser eLibrary, Hanser, München, 2019, 10.3139/9783446460867?locatt=mode:legacy
[DOB+25] DELVAR, E.; OLIVEIRA, I.; BRITO, MARGARIDA S. C. A.; SILVA, C. G.; SANTAMARIA-ECHART, A.; BARREIRO, M.-F.; SANTOS, R. J.: Literature Review on Single and Twin-Screw Extruders Design for Polymerization Using CFD Simulation. *Fluids*, 1, 2025, 10.3390/fluids10010009
[FH11] FANG, S.; HE, C.-H.: A new one parameter viscosity model for binary mixtures. *AIChE Journal*, (57)2, 2011, S. 517–524, 10.1002/aic.12272
[HBDH08] HERRÁZ, J. V.; BELDA, R.; DÍEZ, O.; HERRÁZ, M.: An Equation for the Correlation of Viscosities of Binary Mixtures. *Journal of Solution Chemistry*, (37)2, 2008, S. 233–248, 10.1007/s10953-007-9226-2
[IN77] IRVING, J. B.; NATIONAL ENGINEERING LABORATORY: Viscosities of binary liquid mixtures: the effectiveness of mixture equations. NEL report / National Engineering Laboratory (Great Britain) no. 631, National Engineering Laboratory; for sale by the National Technical Information Service, East Kilbride, Scotland Springfield, Va., 1977
[KBR19] KÜHLGRÜBER, K.; BIERDEL, M.; RUST, H. (Hrsg.): Polymer-Aufbereitung und Kunststoff-Compoundierung – Grundlagen, Apparate, Maschinen, Anwendungstechnik. Hanser, München, 2019
[Koh16] KÜHLGRÜBER, K. (Hrsg.): Der gleichläufige Doppelschneckenextruder – Grundlagen, Technologie, Anwendungen. 2. Auflage, Hanser eLibrary, Hanser, München, 2016, 10.3139/9783446435971?locatt=mode:legacy
[Lyo26] LYONDELLBASELL: Lupolen 1840D - Technical Data Sheet, 2026
[MCA60] MCALLISTER, R. A.: The viscosity of liquid mixtures. *AIChE Journal*, (6)3, 1960, S. 427–431, 10.1002/aic.690060316

- [MMAM79] MONTFORT, J. P.; MARIN, G.; ARMAN, J.; MONGE, P.: Viscoelastic properties of high molecular weight polymers in the molten state. Rheologica Acta, (18)5, 1979, S. 623–628, 10.1007/BF01520359
- [NN00] STENERT, M.: Entwicklung binärer und ternärer Polymerblends auf der Basis von Polymethylmethacrylat, Poly(n-butylacrylat), Polystyrol und deren Diblockcopolymeren. Essen, 2000
- [NN18] REINDERS, F. M.: Analyse und Modellierung des Reckverfahrens von Mono- und Biaxial vertreckten Polypropylenfolien – Dissertation. Paderborn, 2018
- [PN78] PAUL, D.R.; NEWMAN, S. (Eds.): Polymer blends. Academic Press, Vol. 1 New York, NY, 1978
- [Rei16] REINDERS, F.: Investigation on Mixing Rules for the Determination of the Viscosity – SIGMA. In: KTP (Hrsg.): SIGMA 10.1 Anwendertreffen. Paderborn, 2016
- [SAB22] SABIC: SABIC®-HDPE ICP5602 - Technical Data Sheet, 2022
- [Sch20] SCHRÖDER, T.: Rheologie der Kunststoffe – Theorie und Praxis. 2. Auflage, Hanser eLibrary, Hanser, München, 2020, 10.3139/9783446465503?locatt=mode:legacy
- [UK82] UTRACKL, L. A.; KANIAL, M. R.: Melt rheology of polymer blends. Polymer Engineering & Science, (22)2, 1982, S. 96–114, 10.1002/pen.760220211
- [Utr02] UTRACKL, L.A. (Ed.): Polymer blends handbook. Kluwer, Dordrecht, 2002
- [VDLF10] VIRGILIO, N.; DESJARDINS, P.; L'ESPÉRANCE, G.; FAVIS, B. D.: Modified interfacial tensions measured in situ in ternary polymer blends demonstrating partial wetting. Polymer, (51)6, 2010, S. 1472–1484, 10.1016/j.polymer.2010.01.017
- [WLXG11] WANG, D.; LI, Y.; XIE, X.-M.; GUO, B.-H.: Compatibilization and morphology development of immiscible ternary polymer blends. Polymer, (52)1, 2011, S. 191–200, 10.1016/j.polymer.2010.11.019

► Kunststofftechnik Paderborn (KTP),
Paul Kästner, M.Sc.

Warburger Str. 100, 33098 Paderborn, Deutschland
paul.kaestner@ktp.uni-paderborn.de, go.upb.de/ktp

MEDIA DATA 2026
MAGAZINE · WEBSITE · NEWSLETTER

EXTRUSION

EXPERT MEDIA ON PLASTICS EXTRUSION

05/2025
EXTRUSION INTERNATIONAL
Process engineering for efficient extrusion of large PE pipes.

挤出和回收 亚洲
EXTRUSION & RECYCLING ASIA

Guill
WORLD LEADER IN EXTRUSION TOOLING

02/2025
EXTRUSION INTERNATIONAL USA

VM Verlag GmbH Cologne/Germany
www.extrusion-global.com

GWDS-Technologie zur Verbesserung der Qualität blasgeformter Hohlkörper – *nun auch in Europa verfügbar*

Die von Dr. Groß entwickelte, patentrechtlich geschützte, innovative GWDS-Technologie ist die erste universell einsetzbare Lösung, mit der beim Blasformen die Qualität der Formteile weiter verbessert und gleichzeitig auch noch das Gewicht verringert werden kann.

Im Gegensatz zu der bisher verwendeten PWDS-Lösung, die nur bei größeren Formteilen verwendbar ist, unterliegt die GWDS-Technologie keinen Einschränkungen bezüglich der Düsendurchmesser. Sie kann uneingeschränkt sowohl für Düsen eingesetzt werden, die einen Durchmesser, der kleiner als 50 mm ist, als auch für die größten Durchmesser, die zurzeit beim Extrusionsblasformen verwendet werden. Die GWDS-Technologie ist somit universell im gesamten Düsendurchmesserbereich einsetzbar und erlaubt es erstmals, auch bei kleinen Formkörpern die Wanddickenverteilung über dem Umfang des Vorformlings dynamisch zu beeinflussen.

Aktuell wird es immer noch als Stand der Technik angesehen, sowohl die Düse als auch den Dorn konisch auszuführen. Bei der GWDS-Technologie hingegen ist die Düse am Ende zylindrisch und der Dorn ist in erster Näherung zylindrisch, allerdings entsprechend den Anforderungen des herzustellenden Formteils profiliert. Der Endbereich des Dorns ist im Durchmesser kleiner als das Ende der Düse und kann nicht mehr an die Düse anstoßen. Er kann somit weit aus der Düse herausgefahren werden (Bild 1). Das ermöglicht es, das Dornende, das aus der Düse herausgefahren ist, beliebig zu profilieren. In der herausgefahrenen Position beeinflusst das profilierte Dornende die Wanddickenverteilung des Vorformlings nicht. Erst wenn der Dorn hochgezogen wird, verändert die Profilierung die Wanddickenverteilung über dem Umfang des Vorformlings. So kann die Wanddicke einfach an die unterschiedlichen Verstreckverhältnisse, die sich im Formteil ergeben, angepasst werden.

Das ermöglicht es nun beim Blasformen beispielsweise die unerwünschten und störenden großen Wanddickentoleranzen, die sich an den Enden der Quetschnaht im Bo-



Bild 1: Mehrfachkopf mit GWDS Düsen, wobei das profilierte Dornende weit aus der Düse herausgefahren ist, so dass die Profilierung nicht wirksam ist

denbereich der Formkörper ergeben, auf einfache Weise zu eliminieren. Dies ist insbesondere auch für kleine Formkörper der Fall, die vorrangig im Verpackungsbereich verwendet werden. Vor der Entwicklung der innovativen GWDS-Technologie besaßen kleine Formteile, die vorrangig für den Verpackungsbereich in großen Mengen hergestellt werden, im Bodenbereich bzw. im Quetschnahtbereich ausnahmslos mehr oder minder störende und unnötige Wanddickenunterschiede. Diese überflüssigen Dicktoleranzen lassen sich mit der GWDS-Technologie endlich vermeiden (Bild 2), was automatisch zu einer Verkürzung der Kühlzeit und damit zu einer Erhöhung der Produktivität der Blasformanlage führt. Das wird erreicht, indem die Wanddicke des Vorformlings während des Auszugs über dem Umfang gezielt entsprechend den unterschiedlichen Verstreckgraden, die sich beim Aufblasen des Vorformlings ergeben, verändert wird.

Im letzten Jahr hat die japanische Tahara Machinery Ltd. in Chiba als erste Firma eine Lizenz zur Nutzung der GWDS-Technologie erworben. Nun haben sich auch die französische Cedipack in Seynod-Annecy und Dr. Groß auf einen Lizenzvertrag verständigt. Cedipack hat sich darauf spezialisiert, gebrauchte Anlagen mit neuester Technik auszu-

rüsten und zu verkaufen. Cedipack wird nun zukünftig runderneuerte Anlagen anbieten, die mit Schlauchköpfen ausgerüstet sind, die vorteilhafte GWDS-Düsen besitzen. Darüber hinaus wird man ab sofort auch anbieten, vorhandene Schlauchköpfe in Produktionsanlagen mit GWDS-Düsen umzurüsten. Cedipack wird darüber seine Wettbewerbsfähigkeit weiter steigern. Es können nun Blasformanlagen angeboten werden, die kostengünstiger als Neuanlagen sind. Aber dennoch lassen sich zukünftig mit Cedipack Anlagen sogar noch bessere Formteilqualitäten erreichen. Zusätzlich wird noch der Rohstoff- und der Energieverbrauch verringert und die Produktivität der Maschine erhöht. Dies gegenüber Neuanlagen, die nach wie vor mit konventionellen konischen Düsen ausgerüstet sind.

Cedipack wird aber zukünftig nicht nur GWDS-Düsen in die eigenen aufgearbeiteten Maschinen einbauen, sondern bietet insbesondere ab sofort auch an, Schlauchköpfe, die bei Kunden in Produktionsmaschinen betrieben werden, mit GWDS-Düsen nachzurüsten. Alle in einer Produktionsmaschine verwendeten Schlauchköpfe können ohne Ausnahme sehr einfach und vor allem auch sehr kostengünstig mit der GWDS-Technik nachgerüstet werden. Dies insbesondere, da die GWDS-Technologie mit einer massiven Düse und einem massiven Dorn auskommt. Sie benötigt folglich keinen empfindlichen, verformbaren Düsenring und auch keine Antriebe, die im Betrieb Energie verbrauchen. Auch sind massive GWDS-Düsen betriebssicherer, da sie im Betrieb keine Störung verursachen können.



Bild 2: Wanddickenverteilungen im Bodenbereich (Quetschnahtbereich) einer Verpackungsfläche, die mit einer konventionellen konischen Düse und mit einer in erster Näherung zylindrischen GWDS-Düse erreicht wurden

nen. Darüber hinaus benötigen sie auch keine regelmäßige Wartung. Die Kosten für eine Nachrüstung amortisieren sich deshalb in kürzester Zeit allein schon durch die erreichten Rohstoff- und Energieeinsparungen sowie durch die Verbesserung der Produktivität der Maschine. Zusätzlich wird die Qualität der Formteile verbessert.

► Dr. Ing. Heinz Groß
Kunststoff-Verfahrenstechnik
www.gross-h.de
► Cedipack
<https://cedipack.fr>



exelliq

a Davis-Standard Company

PROFILEXTRUSION AUS EINER HAND



Werkstoffliches Recycling von PA6-Fasern aus textilen Bodenbelägen – *Aufbereitung und Entgasung als Schlüssel für eine stabile Folienextrusion*

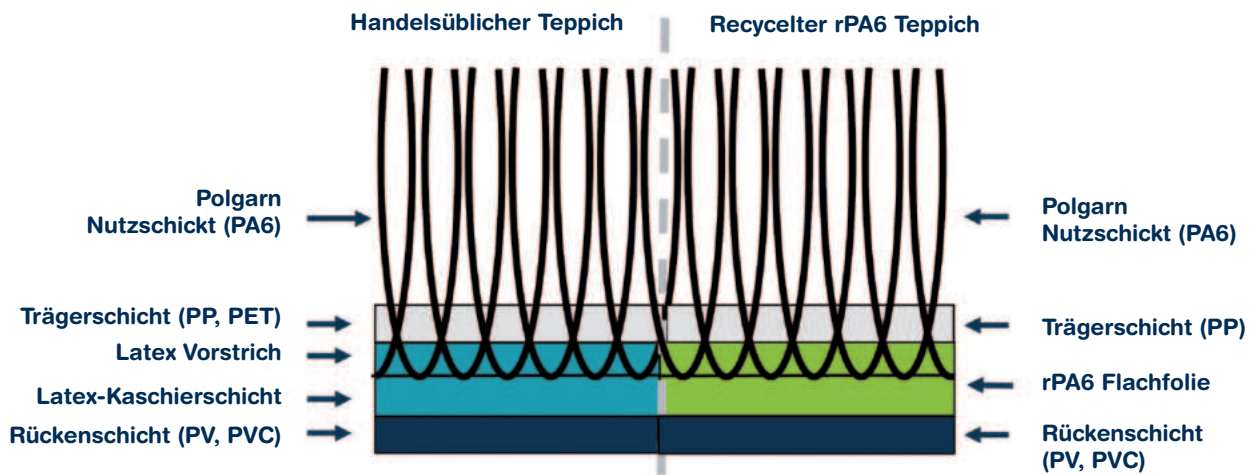


Bild 1: Vergleich des Aufbaus von konventionellem Teppichboden im Vergleich zum Ziel-Aufbau des recycelten Teppichbodens

Der westeuropäische Markt für textile Bodenbeläge (TB) umfasst rund 700 Mio. m², wobei Deutschland mit 180 Mio. m² den größten europäischen Absatzmarkt darstellt [NN17]. Dadurch fallen jährlich in Europa etwa 1,6 Mio. t TB-Abfälle an, die in Deutschland aufgrund des Deponierungsverbots überwiegend thermisch verwertet werden (ca. 400.000 t) [NN25]. Die verwendeten Fasermaterialien der TB-Abfälle sind Synthefasern, insbesondere Polyamid 6 (PA 6) und Polyamid 6.6, mit einem Marktanteil von 40 Prozent, gefolgt von PP (Polypropylen, 25 Prozent) und PET (Polyethylenterephthalat, 15 Prozent) [NN17]. Die Verbrennung dieser hochwertigen Kunststoffe stellt aus heutiger Sicht keine zufriedenstellende Lösung dar.

Das Ziel aktueller Entwicklungen ist daher die Schaffung eines geschlossenen werkstofflich recycelten Materialkreislaufts. Die klassische Struktur getufteter Teppiche basiert jedoch auf einem Mehrkomponenten-Sandwichaufbau mit schwer trennbaren Materialkombinationen. Diese Materialkombinationen bestehen beispielsweise aus einer hochwertigen PA-Nutzschichten (Pol-

garn), einer Trägerschicht aus PP oder PET sowie einer Latex-Rückenbeschichtungen [HR25] (vgl. Bild 1). Dieser Aufbau macht werkstoffliches Recycling derzeit technisch anspruchsvoll und wirtschaftlich schwer umsetzbar. Im Vergleich zum chemischen Recycling, welches von der Firma Aquafil Holding S.P.A., Italien, Acro, bereits eingesetzt wird [URL19], ist das werkstoffliche Recycling jedoch deut-

lich toleranter gegenüber materialbedingten Verunreinigungen, während beim chemischen Recycling bereits geringe Fremdstoffanteile zu Prozessinstabilitäten bis hin zu Anlagenstillständen führen können [Han19].

Im Forschungsvorhaben „Foilbacking“ wurde ein Monomaterialansatz verfolgt, bei dem sämtliche funktionale Schichten auf PA 6 basieren. Durch werkstoffliches Recycling von Altteppich bzw. Altteppichfasern sollte eine Folie aus werkstofflich recyceltem TB aus PA 6 (rPA6) hergestellt werden, die als Träger und Fixierung des Polgarns dient, sodass auf die Latexschicht vollständig verzichtet werden kann. Infolge dessen verringert sich der Anteil materialfremder Störstoffe, wodurch der Massenanteil von PA6 im neu hergestellten Bodenbelag von 50 Gew.-% auf etwa 90 Gew.-% erhöht wird [NN17] (vgl. Bild 1). Durch das gewählte Recyclingverfahren ergibt sich ausgehend von jährlich rund 400.000 t Abfällen textiler Bodenbeläge mit einem Marktanteil von etwa 40 Prozent polyamidbasierter Böden und einem PA-Anteil von durchschnittlich 50 Prozent im textilen Belag ein theoretisches Rückgewinnungspotenzial von bis zu 80.000 t PA 6 pro Jahr allein für den deutschen Markt. Die daraus entstehende rPA6-Folie beziehungsweise das Granulat kann zudem als Eingangsstrom für weitere Anwendungen (zum Beispiel Automobilkomponenten) dienen [NN01] und trägt damit zur Erhöhung der derzeit niedrigen werkstofflichen Recyclingquote bei, insbesondere vor dem Hintergrund der steigenden Rezyklateinsatzanforderungen im Automobilsektor im Rahmen der End-of-Life-Vehicle-Verordnung [NN23].

Der neu entwickelte Schichtaufbau kann mittels Thermobonding realisiert werden, wobei die thermoplastischen Eigenschaften der eingesetzten Fasern genutzt werden, indem diese unter thermischer Einwirkung partiell aufschmelzen und bei anschließender Abkühlung wieder erstarren. Dazu wird das Polgarn mittels beheiztem Kalanders angeschmolzen und zeitgleich eine Folie zugeführt, die im hier beschriebenen Ansatz aus (rPA6) besteht (Bild 2). Im angeschmolzenen Zustand werden TB-Rohware (Trägerschicht und Polgarn) und Recyclingfolie unter Einwirkung von Druck und Temperatur im Walzenspalt stoffschlüssig verbunden.

Das Thermobonding wird industriell bislang vor allem bei Automobiltextilien (zum Beispiel Kofferraumauskleidung) eingesetzt, dort allerdings bei geringer Material- und Konstruktionsvariabilität [The03]. Die Übertragung auf textile Bodenbeläge stellt eine größere Herausforderung dar, da Materialvarianten und Konstruktionen deutlich breiter sind und die Parameter (Temperatur ϑ_{KL} , Druck, Geschwindigkeit v_u) sehr fein auf das Produkt abzustimmen sind. Da es sich um ein neuartiges Verfahren handelt, sind die Festigkeitsanforderungen an die Folien derzeit noch nicht klar definiert. Daher werden die mechanischen Zu-eigenschaften der hergestellten Folien geprüft und mit den Kennwerten von Neuware verglichen.

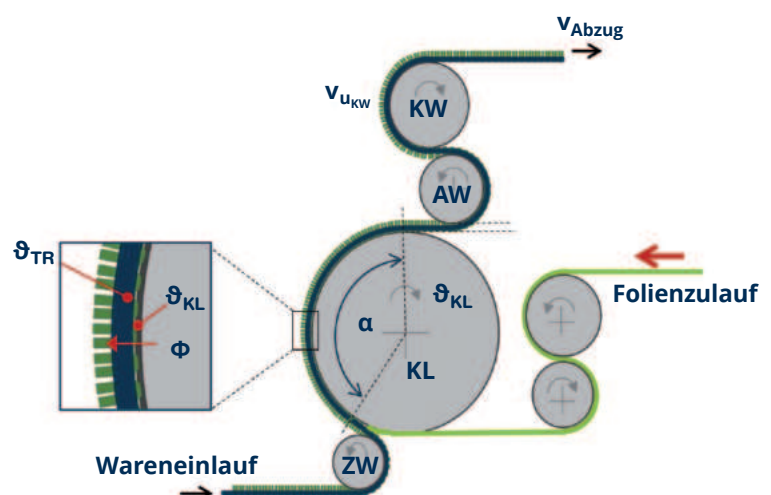
Im Projekt wurden von Aquafil Holding S.P.A., Italien, Acro sowohl Post-Industrial-Rezyklat (PIR-PA6) als auch Post-Consumer-Rezyklat (rPA6) in Faserform bereitgestellt. Die direkte Extrusion faserförmiger Eingangsmaterialien wurde im Technikum des IKV auf verschiedenen Extrudern untersucht. Hierbei zeigte sich jedoch auf allen Extrudern, dass die Fasern aufgrund ihrer schlechten Rieselfähigkeit und massiver Brückenbildung nicht für eine Direktextrusion geeignet waren. Sowohl bei den eingesetzten Einschnellen- als auch Doppelschnellenextrudern "verhakten" sich die Fasern im Trichter und konnten nicht zuverlässig eingezogen werden. Aus diesem Grund war es erforderlich, alternative Verfahrensansätze zur kontinuierlichen Verarbeitung der Fasern zu entwickeln, um einen gleichmäßigen und kontinuierlichen Materialeinzug für die Folienextrusion sicherzustellen. In diesem Zusammenhang wurde für die rPA6-Fasern eine Granulierung und für die PIR-PA6-Fasern eine Kompaktierung bzw. Agglomeration als geeignete Aufbereitungsstrategie gewählt.

Agglomeration (PIR-PA6) und Folienproduktion aus PIR-PA6

Für PIR-PA6-Fasern wurde eine Agglomeration durch die Firma Herbold Meckesheim GmbH, Meckesheim durchgeführt. Durch Friktion an und zwischen Verdichterscheiben eines Agglomerators wurde das Material erwärmt, getrocknet und gleichzeitig kompaktiert. Es entstanden Agglomerate einer Größe von 5 bis 10 mm Durchmesser, die zwar nicht ideal rund, jedoch rieselfähig sind. Diese Um-

Bild 2: Verfahrensdarstellung Thermobonding

K_L	Kalandervalze
A_W	Andruckwalze
t_u	Verweildauer der Ware
v_{Abzug}	Abzugsgeschwindigkeit
v_u	Geschwindigkeit Kalanders (m/s)
ϑ_{KL}	Temperatur Kalanders
ϑ_{TR}	Temperatur Warenrückseite
Φ	Wärmestrom
*	Warenspannung



wandlung von Fasern in ein rieselfähiges Schüttgut ist entscheidend, um die in den Technikumsversuchen beobachtete Brückenbildung zu reduzieren und eine kontinuierliche Extruderbeschickung zu ermöglichen. Diese Agglomerate konnten nach einem zusätzlichen Trocknungsschritt erfolgreich mit einem Einschneckenextruder mit einem Schneckendurchmesser von 60 mm der Firma Reifenhäuser GmbH & Co. KG Maschinenfabrik, Troisdorf zu Flachfolie verarbeitet werden. Zur Erzielung einer ausreichend hohen Schmelzefestigkeit zur Herstellung der Folie musste die Schmelztemperatur des PA6 auf eine für Fasertypen verhältnismäßig geringe Temperatur von 240 °C eingestellt werden. Üblicherweise werden im Faserspinnprozess Verarbeitungstemperaturen für Nylon zwischen 250 °C bis 300 °C eingestellt [URL26]. Somit konnte aus dem Ausgangsmaterial eine homogene Rückenschichtfolie mit einer Dicke von 300 µm hergestellt werden, die für das nachfolgende Thermobonding genutzt werden konnte. (vgl. Bild 3).

Granulierung und Folienextrusion der rPA6-Fasern

Als Alternative Methode zur Agglomeration der Fasern wurde für die Granulierung ein Stopfwerks vom Typ KSW der Kreyenborg GmbH & Co. KG, Senden, zur Dosierung der schwer rieselfähigen rPA6-Fasern erprobt. Dieser wurde auf einem gleichläufigen Doppelschneckenextruder (DSE) des Typs ZSK26Mc der Coperion GmbH, Stuttgart, installiert (vgl. Bild 4).

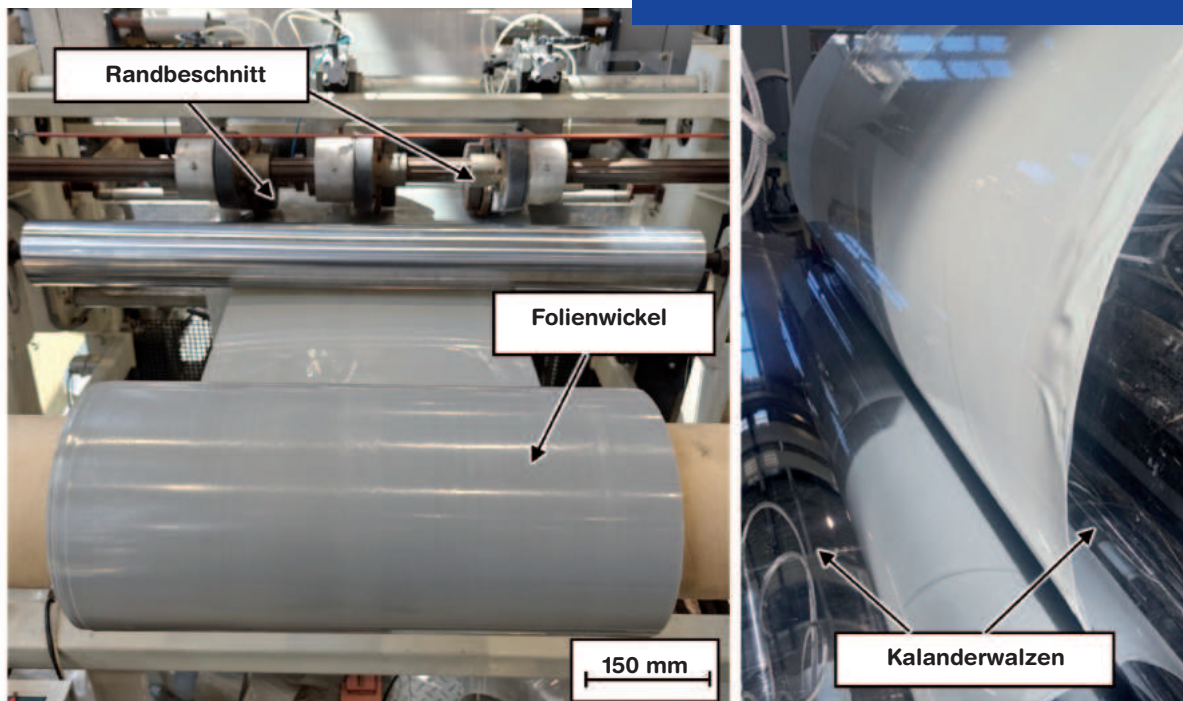
Die kontinuierliche Granulierung mittels DSE bietet gegenüber der Agglomeration den Vorteil, dass sowohl Feststoffverunreinigungen durch Schmelzefiltration als auch flüchtige Bestandteile über Entgasungseinheiten entfernt werden können [SAS+22]. Zudem zeigen Granulate eine deutlich bessere Dosier- und Rieselfähigkeit. Eine stabile Dosierung der PIR-Agglomeraten war erst bei Einschne-

ckenextrudern mit Schneckendurchmessern größer als 60 mm realisierbar. Bei der Verwendung des Stopfwerks sind die Parametereinstellungen entscheidend für eine effiziente und gleichmäßige Prozessführung. Im Stopfwerk erfolgt eine zwangsgeführte Förderung und Vorverdichtung der Fasern, wodurch ein stabiler Einzug in den DSE ermöglicht wird. Eine zu hohe Leistungseinstellung des Stopfwerks ist zu vermeiden, da eine übermäßige Kompaktierung der Fasern zu Blockaden im Einzug führt. Gleichzeitig besteht die Gefahr mechanischer Schäden an Extruder und Stopfwerk. Bei zu geringen Förderleistungen hingegen ist der erzielbare Massendurchsatz für eine wirtschaftliche Granulierung unzureichend. Durch eine iterative Feinabstimmung zwischen Extruderdrehzahl und Stopfwerksleistung konnten stabile Durchsätze im Bereich von 8 bis 12 kg/h realisiert werden.

Aufgrund des extrem hohen Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnisses der Fasern neigen diese aufgrund der hydrophilen Eigenschaften des PA6 zu einer sehr schnellen und starken Wasseraufnahme. Der Wasseranteil beträgt ungereinigt etwa 4 Prozent, der durch eine Trocknung auf 1 Prozent gesenkt werden kann. [DZL24]. Trotz ausreichender Trocknung der Fasern wurde bei der Granulierung ein Aufschäumen des Materials nach Düsenaustritt festgestellt. Das Aufschäumen kann hierbei auf flüchtige Bestandteile wie z. B. in den Fasern enthaltene Feuchtigkeit zurückzuführen sein und über eine in den Prozess integrierte Vakuumentgasung bei der Compoundierung entzogen werden.

Für die Entgasung wurde der Doppelschneckenextruder modifiziert, indem in den Zonen 6 und 11 Entgasungsdome integriert wurden, die der Abführung flüchtiger Bestandteile aus der Schmelze dienen (vgl. Bild 4). Zur

Bild 3: Extrusion der PIR-PA6-Agglomerate zu Flachfolie



Realisierung des Vakuums wurden eine Vakuumpumpe vom Typ Mink MV 0040 der Firma Dr.-Ing. K. Busch GmbH, Maulburg mit einem Druck von 250 mbar eingesetzt. Während ohne Entgasung ein deutliches Aufschäumen sichtbar war, konnte dieses mit Entgasung vollständig vermieden werden. Die Schmelzestränge waren blasenfrei, was zu einer deutlich stabileren Prozessführung führte.

Die im werkstofflichen Recycling hergestellten Regranulate wurden nach einer Trocknung bei 80 °C über 8 h bei einer Verarbeitungstemperatur von 250 °C zu Folien mit Dicken von 300 µm und 500 µm extrudiert, die als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Zugprüfprobenkörpern dienten. Die Verarbeitung der Regranulate erfolgte auf einem Labor-Einschneckenextruder (D = 19 mm, L/D = 25) der Brabender GmbH & Co. KG. Das nicht entgaste Regranulat schäumte nach dem Austritt auf und zeigte geringe Schmelzefestigkeit. Dieser Effekt konnte im Labormaßstab durch Minimierung des Abstands zwischen Düse und Kalibrierwalze kompensiert werden, ist jedoch aus industrieller Sicht ein Prozessrisiko. Dagegen zeigte das entgaste Regranulat auch in der Folienextrusion kein Aufschäumen und ermöglichte eine deutlich stabilere Prozessführung.

Untersuchungen der mechanischen Festigkeit

Die mechanischen Eigenschaften der aus werkstofflichem Recycling gewonnenen rPA6-Folien sind für deren Eignung im Verarbeitungsprozess des Thermobondings sowie im späteren Einsatz beim Endverbraucher relevant. Während des Thermobondings ist die Folie beim Abrollen und Fügen mechanischen Spannungen und Dehnungen ausgesetzt, die ohne Schädigung aufgenommen werden müssen. Im Gebrauchszustand ist darüber hinaus eine ausreichende mechanische Stabilität erforderlich, um auftretende Lasten, beispielsweise durch Begehen oder das Abstellen von Möbeln, schadensfrei zu übertragen. Entsprechend sind sowohl die maximal aufnehmbaren Kräfte als auch die Dehnungsfähigkeit der Folie relevante Kenngrößen. Da für den neuartigen Verfahrensansatz bislang keine belastbaren Grenzwerte definiert sind, erfolgt eine vergleichende Bewertung gegenüber Neuware. Der Einfluss der Materialqualität aus dem werkstofflichen Recycling sowie der Entgasung auf die mechanische Folienfestigkeit wurde mittels Zugversuchen nach ISO 527-3 untersucht. Hierzu wurden Folien mit Dicken von 300 µm und 500 µm analysiert.

Bei der Neuware zeigt die Variation der Foliendicke keinen signifikanten Einfluss auf die maximale Zugspannung sowie die Bruchdehnung, da die ermittelten Unterschiede vollständig innerhalb der jeweiligen Standardabweichungen liegen (vgl. Bild 5). Die

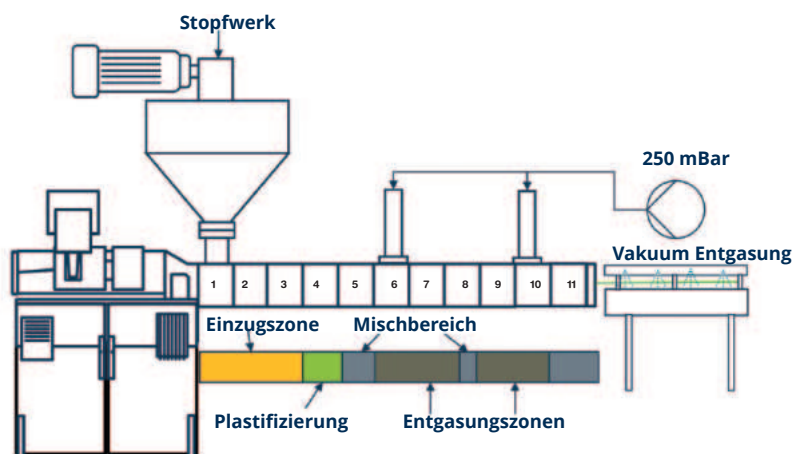
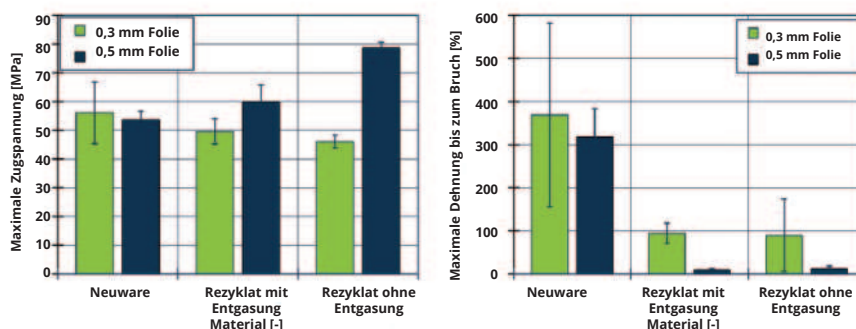


Bild 4: Aufbau Granulierung zur Entgasung der Schmelze

Zugfestigkeit der Neuware liegt im Bereich von etwa 53 bis 55 MPa, mit vergleichsweise hohen Standardabweichungen. Bei Betrachtung der recycelten Materialien sind höhere maximale Zugspannungen festzustellen, als durch die geringe Schmelzefestigkeiten ursprünglich angenommen. Die Zugfestigkeitswerte für die 300 µm dicken Folien liegen bei etwa 46 bis 49 MPa und damit nur geringfügig unter den Werten für reines Neuware-Material bei vergleichsweise geringerer Standardabweichung. Die maximale Zugfestigkeit der 500 µm dicken rPA6-Folien sind deutlich höher. Die durchschnittliche Zugfestigkeit bei 500 µm des entgasten Materials liegt bei etwa 60 MPa, während nicht entgastes Material einen Wert von bis zu 79 MPa erreicht. Dies entspricht einer Steigerung von etwa 49 Prozent gegenüber Neuware.

Im Vergleich zu rPA6-Materialien weist Neuware deutlich höhere Dehnungswerte auf. Die durchschnittliche Dehnung von Neuware liegt im Bereich von etwa 300 bis 350 Prozent. Je nach Versuchspunkt der Recyclingmaterialien sinkt die Bruchdehnung sogar auf Werte von nur noch 9 Prozent. Dies deutet darauf hin, dass die rPA6-Materialien deutlich spröder sind und nur geringen Dehnungen standhalten können.

Bild 5: Maximale Zugfestigkeiten (links) und nominelle Dehnung beim Bruch (rechts) im Zugversuch



Ein möglicher Erklärungsansatz für die erhöhte Festigkeit der dickeren Folien liegt in der nicht eindeutig bekannten Materialzusammensetzung der eingesetzten Recyclingmaterialien, da es nicht identifizierbar ist, welche Neuware ursprünglich zur Herstellung der Teppiche verwendet wurde. Der Unterschied zwischen den Foliendicken von 300 µm und 500 µm im Material rPA6 lässt sich möglicherweise auf eine verbesserte Kompensation von Fehlern in der dickeren Folie erklären. So könnten Verunreinigungen mit einem Durchmesser von mehr als 300 µm durch das dickere Material besser vom Kunststoff eingeschlossen werden, wodurch das lokale Risswachstum gehemmt würde. Die Tatsache, dass das nicht entgaste Material die höchste Zugfestigkeit aufweist, könnte darauf zurückzuführen sein, dass dies im Rahmen eines Filtrationstests hergestellt wurde. Infolgedessen ist es möglich, dass größere Partikel während des Prozesses entweder herausgefiltert oder durch das Sieb zerteilt wurden und somit weniger den Start für Risswachstum darstellen.

Für die Anwendung bedeutet dies, dass die werkstofflich recycelten rPA6-Materialien mechanisch grundsätzlich geeignet sind, jedoch aufgrund ihrer eingeschränkten Dehnfähigkeit besondere Anforderungen an die Bauteilauslegung sowie an die Prozessführung, insbesondere hinsichtlich Handling, Transport und Weiterverarbeitung, zu berücksichtigen sind.

Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass faserförmige PA6-Rezyklate aus textilen Bodenbelägen ohne geeignete Aufbereitungsschritte nicht prozesssicher extrudierbar sind. Die größten Herausforderungen liegen weniger in der Schmelzeverarbeitung als in der Förderung der Fasern und der Entfernung von flüchtigen Bestandteilen. Um diese Herausforderungen zu überwinden, können die Fasern granuliert oder agglomeriert werden. Eine Granulierung kann durch besondere Fördertrichter und Einzugsvorrichtungen sichergestellt werden. Durch kontinuierliche Trocknungsvorgänge vor jedem Verarbeitungsschritt (vor der Granulierung, Entgasung während der Granulierung und Trocknung vor der Folienherstellung) kann eine prozesssichere Verarbeitung des Materials gewährleistet werden, sodass Folien ohne oberflächliche Mängel hergestellt werden können.

Dies ist für die Weiterverarbeitung im Thermobonding wichtig, um eine gleichmäßige Fügung von Faser und Folienrücken auf der temperierten Walze zu gewährleisten. Der Monomaterialansatz auf PA6-Basis eröffnet dabei einen skalierbaren Pfad zur deutlichen Steigerung der werkstofflichen Recyclingquote in textilen Bodenbelägen und zur Etablierung geschlossener Materialkreisläufe.

Dank

Das IGF-Vorhaben 22910 N der Forschungsvereinigung Textil wird in Kooperation mit dem Institut für Bodensysteme an der RWTH Aachen e.V. (TFI) im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) aufgrund eines

Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Allen Institutionen gilt unser Dank.

Autoren

Jonas Wermter, M.Sc., Wissenschaftlicher Mitarbeiter am IKV,

Dr.-Ing. Lukas Seifert, Abteilungsleiter Extrusion und Kautschuktechnologie am IKV

Prof. Dr.-Ing. Christian Hopmann, Inhaber des Lehrstuhls für Kunststoffverarbeitung und Leiter des Instituts für Kunststoffverarbeitung (IKV) an der RWTH Aachen

Literaturverzeichnis

- [DZL24] DAHLMANN, R.; ZIMMER, S.; LEUCHTENBERGER-ENGEL, L.: Wie aus Altteppichen Neues entsteht: Textile Bodenbeläge durch schonende Aufbereitung zu Flachfolien verarbeiten. *Plastverarbeiter* 75 (01.11.2024), S. 28–31
- [Han19] HANS-JÜRGEN SCHÄFER: Zirkuläre Wertschöpfung. URL: https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/themen/Zirkulaere_Wertschoepfung/Dateien/GVC-Flyer_Zirkulaere_Wertschoepfung_-_Chemisches_Recycling_FINAL.pdf?utm_source=chatgpt.com2019
- [HR25] HESTERMANN, U.; RONGEN, L.: FRICK/KNÖLL: Baukonstruktionslehre 1. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2025
- [NN17] N.N.: Deutsche Umwelthilfe e.V.: Unter den Teppich gekehrt: Das große Entsorgungsproblem der Teppichbodenindustrie in Deutschland. URL: https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Kreislaufwirtschaft/Teppich-Recycling/170228_Deutsche_Umwelthilfe_Studie_Teppichbodenentsorgung_FINAL.pdf
- [NN23] N.N.: THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL: End of life vehicles, Directive 2000/53/EC. 2023
- [NN25] N.N.: Deutsche Umwelthilfe e.V.: Entsorgung von Teppichböden. URL: <https://www.duh.de/informieren/ressourcen-und-abfall/teppichrecycling/>, Abgerufen am 05.08.2025
- [SAS+22] SCHMIEMANN, A.; AMICI, M.; SCHRÖDER, T.; VAN ROOST, H.; JAHNKE, E.; NIESSNER, N.; MANGOLD, H.; BEYER, C.; LEADBITTER, J.; WILHELMUS, B.: Mechanical Recycling: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG – ISBN: 9781569908563, 2022
- [The03] THEISS, K. WO2004071758 (A1): AUTOMOTIVE TUFTED CARPET WITH ENHANCED ACOUSTICAL PROPERTIES. Patentschrift, 09.09.2003
- [URL19] N.N.: Aquafil: Chemisches Recycling von PA- und PET-Abfällen. *KunststoffWeb* (29.10.2019)
- [URL26] Tex Note: Preparation, Properties and Applications of Nylon 6,6 Fibers. URL: <https://texnoteblog.wordpress.com/2014/01/15/preparation-properties-and-applications-of-nylon-66-fibers/>, Abgerufen am 29.01.2026

► Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV)
in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen
Seffenter Weg 201, 52074 Aachen
Jonas Wermter – Wissenschaftlicher Mitarbeiter Blasformen
jonas.wermter@ikv.rwth-aachen.de
www.ikv-aachen.de

Erhöhte Produktivität im MDO-Prozess



Das Ultraschallbad von Hosokawa Alpine reinigt selbst stark verschmutzte Vakuumwalzen und macht sie schnell wieder einsatzbereit

Mit über 25 Jahren Erfahrung im Bereich der monoaxialen Streckung ist Hosokawa Alpine der Pionier der MDO-Technologie und hat seinen Prozess seitdem kontinuierlich verbessert. Heute profitieren Kunden von höchster MDO-Folienqualität mit hervorragender Verarbeitbarkeit und optimierter Planheit dank der 2021 eingeführten Vakuumtechnologie.

Die einzigartige TRIO-Technologie „Trim Reduction for Inline Orientation“ sorgt in Verbindung mit der Vakuumtechnologie für erhebliche Materialeinsparungen beim Randbeschnitt. Hosokawa Alpine bietet nun ein Schnellwechselsystem für Streckwalzen an, um die Verarbeitung einer Vielzahl von Folien zu ermöglichen. Gleichzeitig präsentiert das Unternehmen neue Reinigungslösungen. Dies erhöht die Flexibilität der MDO-Folienproduktion erheblich und steigert die Produktivität weiter.

Einzigtiger Schnellwechsel der Streckwalze: Hosokawa Alpine hat ein einzigartiges Verfahren zum Wechseln der Streckwalze entwickelt, das nur 15 Minuten dauert. Zum Austausch der Walzen wird das Schutzgitter der MDO geöffnet und eine Schiene aus dem Maschinenraum ausgeklappt. Die Medienzuführung und der Antrieb werden per Knopfdruck getrennt. Das Wasser wird dann automatisch abgelassen. Sobald die Walze freigegeben ist, kann sie von einem Bediener heruntergerollt und mit dem eingebauten Kran herausgehoben werden. „Wenn eine zweite Walze verfügbar ist, können wir mit dem Schnellwechselsystem die permanente Verfügbarkeit der Anlage und damit maximale Produktivität sicherstellen“, betont Bernd Bayer, Director R&D Blown Film Extrusion bei Hosokawa Alpine. Dies gibt dem Kunden maximale Flexibilität bei der Folienproduktion. Denn der Wechsel zwischen Vakuum-

und Glattwalzen oder anderen Walzenoberflächen, die genau auf die Produkte des Kunden zugeschnitten sind, ist schnell und einfach.

Reinigungslösungen für MDO-Walzen: Neben dem schnellen Walzenwechsel bietet Hosokawa Alpine auch ein integriertes Bahnreinigungssystem an, um abgelagerte Partikel von der Oberfläche zu entfernen. Die Folienrolle wird mit einem Absaugsystem mit Vakuumdüsen gereinigt. Dies reduziert die Verschmutzung der Walzenoberflächen erheblich und verlängert die Reinigungsintervalle deutlich.

Zusätzlich wird ein Ultraschallbad für die Tiefenreinigung von Vakuumwalzen zur Verfügung stehen. Mit der Ultraschallreinigung bei einer Temperatur von 60 °C werden auch stark verschmutzte Vakuumwalzen gründlich gereinigt und sind je nach Verschmutzungsgrad nach circa zwei bis vier Stunden wieder wie neu.

Künftig wird Hosokawa Alpine auch eine Rakel zum Abstreifen anfänglicher Verunreinigungen einsetzen. „Die neue Rakel streicht Verschmutzungen auf der Walzenoberfläche ab und entfernt überschüssige Partikel. Eine interne Studie hat gezeigt, dass dies den Reinigungsprozess deutlich optimiert. Und das wiederum führt zu einer Erhöhung der Lebensdauer“, erklärt Bayer.

► Hosokawa Alpine Aktiengesellschaft
www.hosokawa-alpine.com

ProfilControl 7 PlastX – *Punktgenaue Messtechnik für Standardanwendungen in der Kunststoffextrusion*



Das modulare neue Sensorkopf-Design von ProfilControl 7 PlastX kommt ohne Gehäuse und Klappmechanismus aus. Durch die optimale Anordnung der optischen Sensoren und intelligente Kamerawinkel sorgen 4 Kameras für die 100%-Fehlerdetektion. ProfilControl-Software rechnet dabei Fremdlichteinflüsse heraus und sorgt für ein homogenes Beleuchtungsfeld und die maximale Lichtausbeute

So viel Software wie nötig – so wenig Hardware wie möglich: Für das neue Inline-System ProfilControl 7 PlastX hat PiXARGUS die erfolgreiche ProfilControl-Technologie gezielt auf die Anforderungen typischer Anwendungen bei Kunststoff zugeschnitten. Herausgekommen ist ein leistungsstarkes Prüfsystem für Kunststoffprofile, das höchste Performance mit außergewöhnlicher Kosteneffizienz verbindet – und damit besonders im Fensterbau überzeugt. Die umfassende Vollinspektion erkennt zuverlässig auch kleinste Oberflächendefekte und Geometrieabweichungen und hilft dabei, Ausschuss- und Prozesskosten zu reduzieren.

Beim neuen Inline-Prüfsystem ProfilControl 7 PlastX von PiXARGUS ist weniger mehr: Das neue Prüfkopf-Design spart durch einen ausgeklügelten Materialmix Hardware ein, in der passgenauen Software-Ausstattung steckt leistungsstarke ProfilControl-Technologie. „Wir haben die Hardware verdichtet und die Systemintelligenz erweitert“, bringt es PiXARGUS-Vertriebsleiter Michael Frohn auf den Punkt.

Das flexibel skalierbare Inspektionssystem hat bei der Dimensionsvermessung Breiten, Abstände, Winkel und Radien und Kombinationsmaße im Griff und detektiert schon

kleinste Abweichungen von der Soll-Kontur. Ebenso lässt die Oberflächeninspektion Kratzern, Blasen, Einschlüssen etc. keine Chance. Für die zuverlässige Längsriefenerkennung ist ein spezielles Software-Modul inkludiert.

Fokussiert auf das Wesentliche – Das modulare Sensorkopf-Design: Das neue Sensorkopf-Design kommt ohne Gehäuse und Klappmechanismus aus. So hat der Bediener den Prüfvorgang hier immer im Blick und muss den Prüfkopf nicht extra aufklappen. „Das spart Zeit und vereinfacht das Handling“, erzählt Vertriebsleiter Frohn.

Die offene Sensorplatte mit vordefiniertem Lochbild er-

möglicht eine flexible Positionierung der Kameras – je nach Prüfaufgabe können sie in vorbereitete Bohrungen eingesetzt und optimal ausgerichtet werden. So lässt sich das modulare System je nach Komplexität des Profils flexibel von vier auf sechs (oder mehr) Kameras erweitern.

Für die Prüfung bei offenem Sensorkopf setzt PiXARGUS auf ein neues Beleuchtungskonzept mit verstärkter LED-Beleuchtung. Hochleistungs-LEDs erzeugen ein homogenes Beleuchtungsfeld mit maximaler Lichtausbeute, während die intelligente ProfilControl-Software störende Fremdlichteinflüsse zuverlässig herausrechnet. In der Standardausstattung von ProfilControl 7 PlastX sind ein externer Multi-Touch-Monitor, ein mobiles Gestell und der Drehgeber bzw. das Taktmodul inkludiert.

Gemacht für Standardanwendungen – Intelligente Inspektion mit 4 Kameras: ProfilControl 7 PlastX kommt in der Basisversion mit weniger Kameras aus. Möglich macht das eine intelligente Kombination aus optimierter Optik und leistungsstarken Kameraelementen, die vor allem Klemmmaße zuverlässig erfasst. „Wo wir vorher acht Kameras brauchten, erzielen wir jetzt die gleiche hohe Zuverlässigkeit und Performance mit vier, maximal sechs Kameras“, weiß Vertriebsleiter Frohn.

Keine Chance für Riefen – Weniger Ausschuss auch bei kaschierten Profilen: Riefen sind in der Regel klein, können sich aber über große Längen erstrecken – und werden vom Maschinenbediener oft zu spät oder gar nicht erkannt. Gerade bei Fensterprofilen ist eine frühzeitige Erkennung aber entscheidend: Etwa 40% aller Kunststoffprofile für den Fensterbau werden direkt an der Extrusionslinie mit einer Schutzfolie kaschiert – Oberflächenfehler sind danach kaum noch sichtbar. Das Riefenerkennungs-Modul von ProfilControl 7 PlastX setzt vor der Kaschierung an, gibt frühzeitig ein Signal bei Fehlern – und hilft damit, Ausschuss- und Prozesskosten zu senken und wirtschaftlicher zu produzieren.

Schneller Fehler erkennen – Die neue Replay-Funktion: Um bei hoher Produktionsgeschwindigkeit in einer Bildsequenz schnell und sicher den Fehler zu erkennen, hilft die neue, smarte Replay-Funktion aus der ProfilControl-7-Technologie.

Das flexibel skalierbare Inspektionssystem hat bei der Dimensionsvermessung Breiten, Abstände, Winkel und Radien und Kombinationsmaße im Griff. Ebenso lässt die Oberflächeninspektion Kratzern, Blasen, Einschlüssen etc. keine Chance. Für die zuverlässige Längsriefenerkennung ist ein spezielles Software-Modul inkludiert



Punktgenaue Messtechnik: Beim neuen Inline-Prüfsystem ProfilControl 7 PlastX von PiXARGUS ist weniger mehr. Ein neues Sensorkopf-Design spart Hardware ein, in der passgenauen Software-Ausstattung steckt leistungsstarke ProfilControl-7-Technologie. Das Zwei-in-Eins-System prüft Oberfläche und Geometrie von Kunststoffprofilen in einem Sensor und spart unterm Strich kräftig Kosten

In der Bildwiederholung lassen sich Oberfläche, Rauigkeit und die Fehlerausprägung besser beurteilen und damit Defekte im laufenden Produktionsprozess besser identifizieren.

Immer die richtige Kombination aus Hard- und Software: Das modulare und skalierbare ProfilControl 7 PlastX-System:

ProfilControl 7 PlastX prüft einfache bis komplexe Kunststoffprofile wie Fensterprofile, Zip-Profile, Kabelkanäle usw. und lässt sich passgenau und flexibel auf unterschiedliche Qualitätsanforderungen in der Kunststoffprofil-Extrusion zuschneiden. Je nach Kundenwunsch sind die Modelle für die 360°-Dimensionsvermessung oder 100%-Oberflächeninspektion ausgelegt – oder gleich als All-in-One-Lösung zu haben. Ob für einfache Anwendungen oder komplexe Extrusionsprozesse: ProfilControl 7 PlastX liefert in allen Ausstattungsvarianten höchste Funktionalität, eine intuitive Bedienung und maximale Flexibilität.

► PiXARGUS GmbH

Ein Unternehmen der CITEC Gruppe
Industriepark Aachener Kreuz, Monnetstr. 2, 52146 Würselen
www.PiXARGUS.de



Weshalb müssen volumetrische Dosiersysteme kalibriert werden?

Folge 99 – Mo erklärt: Bei volumetrischen Dosierverfahren erfolgt keine Messung der ausgetragenen Masse, weshalb ein Zusammenhang zwischen dem Fördervolumen des Dosierorgans und der dosierten Masse herzustellen ist.

Weil volumetrische Dosiersysteme die ausgetragene Masse nicht wiegen, müssen sie für jedes zu dosierende Gut manuell kalibriert werden.

Ziel der Kalibrierung ist es, die Masse des ausgetragenen Dosiergutes über einen definierten Zeitraum bei einer definierten Drehzahl des Dosierorgans zu bestimmen. Das ermöglicht es der Steuerung, die exakten (Masse-) Verhältnisse der geforderten Rezeptur zu dosieren. Die Steuerung berechnet also wie viel Volumen jeder Komponente dosiert werden muss, um die benötigte Gesamtmasse zu erhalten.

Voraussetzung für eine aussagekräftige Kalibrierung ist die richtige Auswahl und Auslegung der Dosierorgane hinsichtlich des zu verarbeitenden Materials sowie der erforderlichen Durchsatzleistung. Nur wenn Dosierorgane in den Grenzen ihrer minimalen und maximalen zulässigen Durchsatzleistungen betrieben werden, ist der Kalibrierwert repräsentativ.

Für die Kalibrierung sind moderne Dosiergeräte in der Regel so konstruiert, dass sie sich mit wenigen Handgriffen umrüsten lassen, um den Materialaustrag aufzufangen. Wichtig ist, dass der Dosiertrichter ausreichend mit dem Dosiergut gefüllt ist. Es ist ferner darauf zu achten, dass die Volumenelemente der Dosierorgane gleichmäßig und reproduzierbar gefüllt sind. Zweckmäßig ist es daher, das ausgetragene Material der ersten ein, zwei Zyklen nicht zu berücksichtigen.

Moderne Dosiergeräte wie das abgebildete Minicolor V lassen sich mit wenigen Handgriffen von der Normalstellung "geschlossen" (rechts) in die Kalibrierstellung "geöffnet" (unten) umrüsten, um den Materialaustrag aufzufangen (Bilder: motan)





Moderne Steuerung mit hohem Bedienkomfort bei der Kalibrierung

berechnen. Die Auflösung der Waage sollte übrigens um eine Zehner-Potenz besser sein, als der kleinste in die Dosiersteuerung eingebbare Wert für die Masse.

Moderne Dosierautomaten berechnen anhand der ermittelten Gewichte den Mittelwert sowie in Verbindung mit den Rezepturdaten die für die Produktion erforderlichen Stellgrößen selbstständig.

Wichtig ist beim Kalibrieren grundsätzlich, sehr sorgfältig und gründlich zu arbeiten. Sicher können beim Dosieren von Klein- und Kleinstmengen Überdosierungen der Additive sehr gering erscheinen, auch muss ein unnötiger Mehrverbrauch aufgrund einer fehlerhaften Kalibrierung nicht zwingend die Qualität mindern. Allerdings addiert sich ein solcher Mehrverbrauch durchaus gewaltig.

Stichworte

- Volumetrische Dosiergeräte
- Kalibrierung
- Durchsatzleistung
- Rezeptur
- Fördervolumen
- Kalibrierzyklus

► motan holding gmbh
Konstanz, Germany

www.motan-group.com, www.moscorner.com

Allgäuer Beutel für schwäbische Maultaschen

Dank der neuen Maultaschenbeutel des Allgäuer Verpackungsspezialisten allfo bleiben schwäbische Maultaschen nicht nur lange frisch, sondern präsentieren sich auch attraktiv an der Theke, im Verkaufsautomaten oder im Dorf- und Hofladen. Der 90 my starke Vakuumbbeutel ist hochtransparent und bietet einen hervorragenden Glanz.

„Unser Maultaschenbeutel vereint Heimatgefühl mit optimaler Warenpräsentation. Das ist ein echter Appetitanreger und macht Lust auf die schwäbische Küche“, sagt Hans Bresele, Geschäftsführer der allfo GmbH & Co. KG. Toll für alle Köchinnen und Köche: Damit ihnen die schwäbischen Maultaschen stets gelingen, gibt's von allfo auf der bedruckten Vorderseite der Maultaschenbeutel drei Rezeptideen zum Nachkochen.

Der neue Vakuumbbeutel von allfo vereint fünf Funktionen: Er dient dazu, Lebensmittel haltbar zu machen, die Produkte in der Verpackung zu fixieren, das Volumen der Verpackung zu reduzieren und den Transport zu erleichtern. Darauf legt allfo besonderen Wert: mit einer appetitanregenden Inszenierung am Point of Sale die Lust auf schwäbische Maultaschen zu entfachen und damit den Absatz zu fördern.



Im Maultaschenbeutel von allfo sind schwäbische Maultaschen ein Hingucker im Supermarkt (Foto: allfo)

Den Maultaschenbeutel gibt es im Standardformat 180 x 250 mm – somit passt er in jeden Verkaufsautomaten.

► allfo GmbH & Co. KG
www.allfo.de

"Micro Medical" Extrusionswerkzeuge

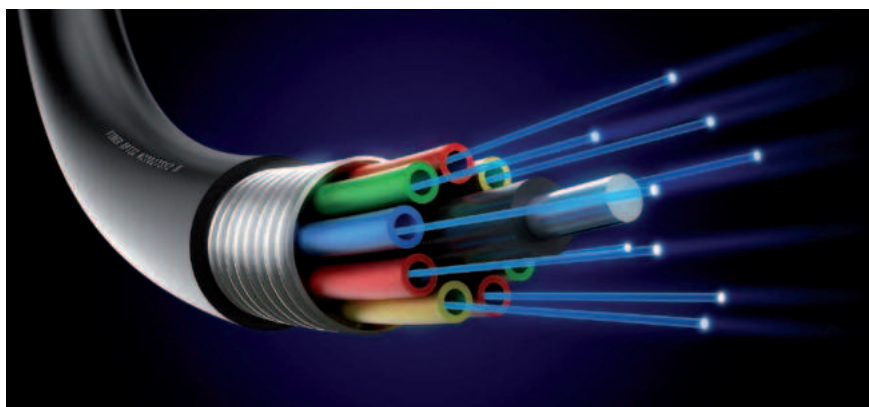
Der US-amerikanische Extrusionswerkzeug-Hersteller Guill Tool & Engineering stellt die neue Micro Medical vor, eine Extrusionstraverse, die mit Mikrofeineinstellschrauben eine präzise Rundlaufeinstellung ermöglicht. Die Genauigkeit des Rundlaufs erreicht 0,008" oder feiner pro Umdrehung. Diese Einpunkt-Rundlaufeinstellung ist eine einzigartige Innovation von Guill, speziell für die Extrusion von dünnwandigen und präzisen medizinischen ID/OD-Schläuchen. Eine Einstellschraube steuert die 360°-Einstellung.

Zu den Merkmalen des Micro Medical Crossheads gehören ein patentierter Cam-Lock-Deflektor für schnelle Umrüstvorgänge mit einer Verweilzeit



von einer Minute bei einem Materialfluss von 0,5 lb/h, eine optimierte Verwendung mit Extrudern mit den Maßen 1/2" und 3/4" und ein maximaler Düsen-ID von .250."

Darüber hinaus bietet die Guill Micro Medical Traverse dem Anwender große Flexibilität. Sie eignet sich nicht nur für Vakuum- und Mikroluftzubehör, sondern ist auch ideal für Druck- und Schlauchanwendungen. Fluoropolymer-Designs sind auf Anfrage erhältlich.



► Guill Tool & Engineering CO., INC.
Tom Baldock, Vertriebsleiter
www.guill.com

Vollautomatisiertes Prüfsystem für Ermüdungsprüfung von Gummi

ZwickRoell stellt mit der elektrodynamischen Prüfmaschine LTM 1 in Kombination mit dem Leichtbauroboter roboTest N eine neue Lösung für anspruchsvolle Material- und Bauteilprüfungen vor. Die Maschine eignet sich besonders für die Analyse von Gummi und überzeugt in Forschung, Entwicklung und Qualitätssicherung durch ihre hohe Leistungsfähigkeit.

Die LTM 1 basiert auf einem elektromagnetischen Linearantrieb und ist für dynamische sowie statische

Prüfungen konzipiert. Typische Anwendungen sind Ermüdungs- und Lebensdauertests an Kunststoffen, Faserverbundwerkstoffen, Metallen sowie medizinischen Produkten. Dank ölfreier und geräuscharmer Technologie eignet sich die Maschine auch für sensible Umgebungen wie die Medizintechnik.

Eignung für viskoelastische Prüfungen: Viskoelastische Materialien (Gummi) zeigen zeitabhängige Verformungen unter Belastung. In Verbin-



Mit der LTM 1 bietet ZwickRoell eine präzise, vielseitige und automatisierbare Lösung für die viskoelastische Werkstoffprüfung. Das Bild zeigt eine Probe

dung mit der Software testXpert R ermöglicht die LTM 1 eine präzise Analyse dieser Eigenschaften, etwa durch Frequenz- und Temperatur-Sweeps. Dabei werden Parameter wie Speicher- und Verlustmodul, Verlustfaktor ($\tan \delta$) und dynamische Steifigkeiten ermittelt.

Automatisierung mit roboTest N: Für Labore mit hohem Durchsatz lässt sich die LTM 1 optional mit dem Leichtbauroboter roboTest N automatisieren. Das System führt sie Proben selbstständig zu, positioniert sie anschließend und spannt sie ein. Auf diese Weise prüft es bis zu 200 Proben in Zug-, Druck- und Biegeversuchen autonom – inklusive Zusatzstationen wie Querschnittsmessung oder ID-Scan.

Intuitive Konfiguration mit testXpert R: Durch die Prüfsoftware testXpert R mit dem integrierten Sequencer lassen sich komplexe Prüfabläufe intuitiv konfigurieren.

Standardfunktionen wie Rampen, Sinus- oder Rechteckprofile sowie automatisierte Temperatur- und Frequenzänderungen sind enthalten. Die Regelung erfolgt über Kraft-, Dehnungs- oder Lageregelung, ergänzt durch Spitzenwertregelung. In einer manipulationssicheren Datenbank werden alle Prüfparameter und Ergebnisse gespeichert und sind zudem exportierbar.

Ideal für Labore und Industrie: Mit der LTM 1 bietet ZwickRoell eine präzise, vielseitige und automatisierbare Lösung für die viskoelastische Werkstoffprüfung. Die Kombination aus moderner Antriebstechnologie, intelligenter Software und optionaler Roboterintegration macht die Maschine zu einem leistungsfähigen Werkzeug für Labore und Industrie.



Die Prüfmachine LTM 1 in Kombination mit dem Leichtbauroboter roboTest N eignet sich für die Analyse von Gummi (Bilder: ZwickRoell)

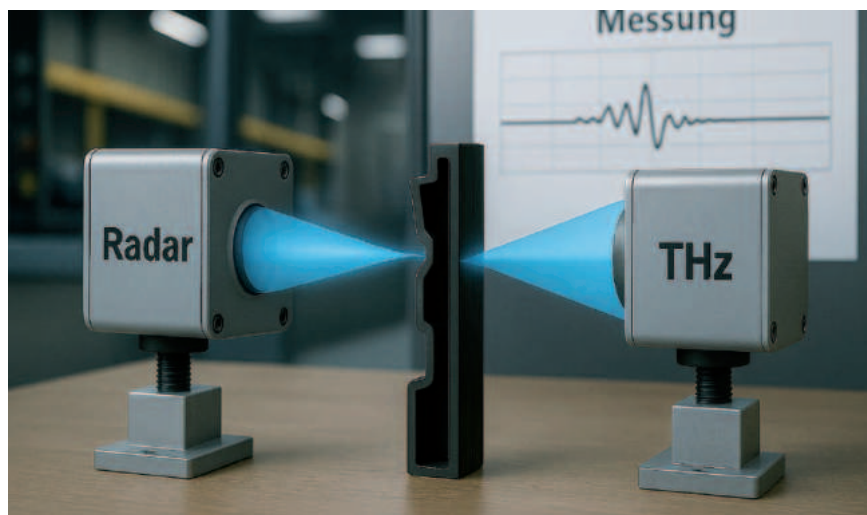
► ZwickRoell GmbH & Co. KG
www.zwickroell.com/de/produkte/dynamische-und-ermuedungspruefmaschinen/elektrodynamische-pruefmaschine-ltm/

Was das Auge nicht sieht...

Qualitätskontrolle von Kunststoffprodukten

Im Rahmen einer zeitgemäßen Qualitätssicherung von Kunststoffprodukten stellen Geometriemessungen einen wichtigen Baustein dar. Die Inline-Messung der Schichtdicke von Rohren oder die Analyse von mehrschichtigen Verbundsystemen ermöglicht die Überprüfung und gegebenenfalls Korrektur von Maßhaltigkeiten. Das Kunststoff-Zentrum SKZ bedient sich zu diesem Zweck der Terahertz- (THz-) sowie der Radar-Technik, welche im Zuge einer zunehmenden Automatisierung und im Rahmen von Industrie 4.0 in Kooperation mit der Industrie eine steigende Anzahl an Anwendungsgebieten erschließt.

Bei der Herstellung von Kunststoffprodukten sind insbesondere zwei Aspekte von entscheidender Bedeutung: die korrekte Maßhaltigkeit und das Ausbleiben von Fertigungsfehlern. Da Kunststoffe häufig opake Eigenschaften aufweisen und eine



Mögliche Geometriemessung eines komplexen Profils mittels der THz- oder der Radar-Technik (Quelle: SKZ/Copilot)

Geometriemessung mit dem Auge nur eine ungenaue Analyse ermöglicht, werden spezifische Methoden eingesetzt, um diese Eigenschaften zu analysieren. So wird gewährleistet, dass die Qualität der Produkte hohen

Standards genügt. Allerdings scheitern diese Methoden häufig an Faktoren wie einseitigen Zugängen, der Notwendigkeit berührungsloser Messungen, geschäumten Strukturen, hohen Kosten des Messsystems

sowie einer zu geringen Eindringtiefe. Trotz dieser Herausforderungen haben sich zwei Messmethoden etabliert: die THz- und die Radar-Technik.

Das SKZ bedient sich dieser Messverfahren, um in Kooperation mit der Industrie und unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Herausforderungen die optimale Lösung zu ermitteln. Herausforderungen wie die Identifizierung von Fertigungsfehlern in der

Produktion, die Minimierung von Toleranzen zur Materialeinsparung sowie eine lückenlose Dokumentations- und Nachweisführung können durch den Einsatz von THz- und Radar-Technik gelöst werden. Dies ermöglicht einen kontinuierlichen Fortschritt hin zu vernetzten Arbeitsumgebungen im Zuge der Digitalisierung.

Da beide Messtechniken keinen Strahlenschutz erfordern und zudem

flexibel einsetzbar sind, können sie problemlos in vorhandenen Produktionsanlagen prozessbegleitend eingesetzt werden. Das SKZ unterstützt hierbei gerne Unternehmen bei der Integration der Messtechnik in ihre Produktionsanlagen.

► SKZ – Das Kunststoff-Zentrum
Marcel Mayr, m.mayr@skz.de

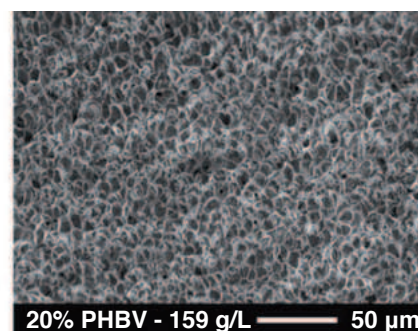
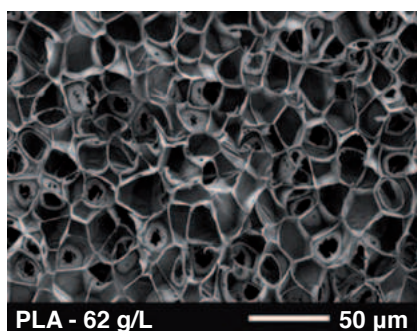
Nachhaltige Partikelschäume aus Biopolymeren

Das Institut für Kunststofftechnik (IKT), Stuttgart, erforscht gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe, Bayreuth, das Verhalten modifizierter PLA-PHA-Blends insbesondere im Schäumprozess. Diese sollen als biobasierte Alternativen zu lange etablierten erdölbasierten Partikelschäumen entwickelt werden.

„Biokunststoffe wie Polylactide (PLA) weisen im Vergleich zu konventionellen erdölbasierten Polymeren einen geringeren CO₂-Fußabdruck auf und können somit zur Defossilisierung der Kunststoffbranche beitragen“, erläutert IKT-Mitarbeiter Frederik Gutbrod. „Ihre Verarbeitung, insbesondere im Bereich der Schaumstoffherstellung, gestaltet sich aufgrund der niedrigen Schmelzfestigkeit von PLA jedoch als schwierig. Aus diesem Grund wollen wir in unserem Forschungsvorhaben untersuchen, wie sich die Eigenschaften dieses Biokunststoffs durch Blenden mit weiteren Biopolymeren wie Polyhydroxyalkanoaten (PHA) verbessern lassen“.

Geplant ist außerdem, die Mischungen durch reaktive Extrusion mit grenzflächenaktiven Additiven weiter zu modifizieren.

Dadurch sollen sie speziell für die Weiterverarbeitung zu Partikelschäumen optimiert werden, um eine geeignete Schaumstruktur mit niedriger Dichte und kleinen Zellgrößen zu erzeugen.



Die Morphologie von geschäumtem Polylactid (PLA, links) und PLA mit 20 M.-% PHBV aus der Gruppe der Polyhydroxyalkanoate (PHA, rechts). Ersichtlich ist der Einfluss des Blendpartners PHBV auf die Dichte und die Zellstruktur des Schaumstoffs, ohne dass weitere Modifikationen vorgenommen wurden (Bilder: IKT)

„PHA sind gut biologisch abbaubar, wohingegen PLA deutlich kostengünstiger sind. Durch das physikalische Mischen dieser Blendpartner dürfen sich die spezifischen Vorteile der einzelnen Werkstoffe jedoch in einem Material vereinen lassen. Neben der Erfüllung des Nachhaltigkeitsgedankens bietet dieser Ansatz auch einen praktischen Nutzen für die Industrie: So sind zum Beispiel Blends mit unterschiedlichen Erweichungsbereichen sehr vorteilhaft für den Schäumprozess“, betont Gutbrod.

„Allerdings beeinflussen zahlreiche Prozess- und Werkstoffparameter die Schaumherstellung und damit die Eigenschaften der Schaumstoffe“, so der Wissenschaftler. Diese komplexen Zusammenhänge sollen im Forschungsvorhaben durch ein Werk-

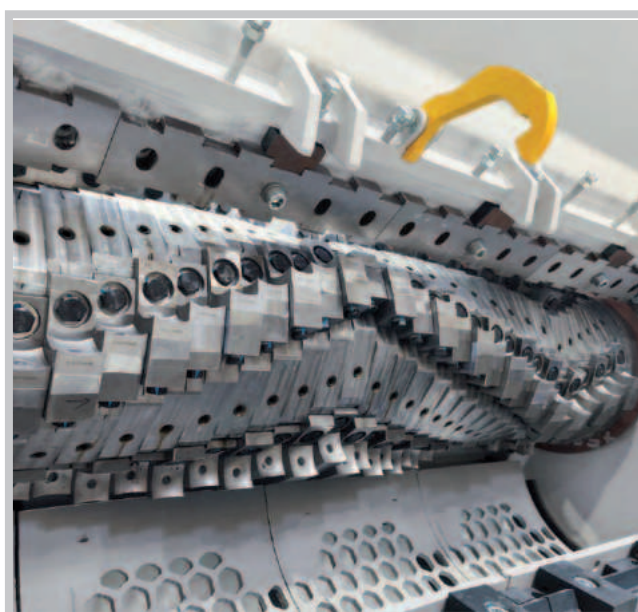
stoffmodell beschrieben werden, das durch maschinelles Lernen stetig erweitert wird. Dabei werden die Kompetenzen der Biopolymerverarbeitung und -modifizierung des IKT-Leiters Prof. Dr.-Ing. Bonten mit denen der Schaumverarbeitung und Digitalisierung von Prof. Dr.-Ing. Ruckdäschel, dem Leiter des Lehrstuhls für Polymere Werkstoffe, komplementär zusammengeführt. „Langfristig wollen wir auf dieser Grundlage nachhaltige Partikelschäume entwickeln, die herkömmliche Materialien wie expandiertes Polystyrol ersetzen können“, so IKT-Leiter Bonten.

► Institut für Kunststofftechnik, IKT
www.ikt.uni-stuttgart.de
Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe
www.polymer-engineering.de

#2-2026

RECYCLING

Regelmäßige Rubrik im Magazin EXTRUSION



Neuer Filter für die vollständige Reinigung von Schabern

FIMIC, weltweit führend im Bereich automatischer Schmelzfilter für das Kunststoffrecycling, hat die Einführung seiner neuesten Innovation angekündigt: den FCS-Filter, eine bahnbrechende Lösung für eines der häufigsten Probleme, mit denen Recyclingunternehmen bei der Filtration konfrontiert sind – Verunreinigungen, die in Schabern hängen bleiben.

Beim Kunststoffrecycling gelangen neue Materialströme (die zuvor verbrannt wurden) in die Recyclingwelt. Neue Materialien bedeuten neue und mehr Verunreinigungen, wie PET/PA-Fasern, Aluminiumfolien, Metallpulver, Sand oder feine Partikel, die häufig in den Schabkanälen der Schmelzfilter hängen bleiben, was zu längeren Ausfallzeiten führt und häufige Siebwechsel (in der Regel alle 2 bis 3 Tage) zur Reinigung der Schabelemente erforderlich macht. Um dieses Problem zu lösen, benötigt die Branche eine Technologie, die eine vollständige und zuverlässige Reinigung der Schaber sowie eine effektive Entsorgung der gefilterten Verunreinigungen gewährleistet.

Die Antwort von FIMIC ist der FCS-Filter (Forced Cleaning Scraper), ein neues Filterdesign mit einem mechanischen Kolben, der eine schnelle, effektive und forcierte Reinigung der Abstreifkanäle durchführt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Lösungen ist die Reinigung des Abstreifers dank dieser mechanischen Wirkung unabhängig vom Eingangsdruck und garantiert eine konstante Leistung unter allen Arbeitsbedingungen.

Die wichtigsten Vorteile des FCS-Filters:

- Vollständige Reinigung der Abstreifkanäle, wodurch die Betriebszeit der Maschine verlängert wird.
- Der Eingangsdruck ist für eine effektive Reinigung nicht mehr entscheidend.
- Effiziente Entfernung von Verunreinigungen auch in stark verschmutzten Strömen.
- Spezifische Lösung für schwierige Verunreinigungen wie Kunststofffasern, Aluminiumfolie, Feinsand, Metallpulver und kleine Steine.

Der FCS-Filter ist für die gleichen Filtrationen, Durchsätze und Materialien wie RAS-Filter ausgelegt, ohne besondere Einschränkungen, eignet sich jedoch besonders für Ströme mit hohem Anteil an Fasern, Aluminium oder feinen Partikeln, bei denen Standard-RAS-Kratzer Schwierigkeiten haben, eine ordnungsgemäße Entleerung zu gewährleisten.

Der FCS-Filter ist in vier verschiedenen Größen erhältlich – FCS 400, FCS 500, FCS 600 und FCS 700 – und wurde entwickelt, um den Anforderungen verschiedener Recyclinganlagen gerecht zu werden. Mit dieser Produktpalette bietet FIMIC eine zuverlässige Lösung für die vollständige

Reinigung von Abstreifern und die effektive Entfernung von Verunreinigungen in verschiedenen Produktionsmaßstäben.

Mit dem FCS-Filter möchte FIMIC über herkömmliche Lösungen hinausgehen und Recyclingunternehmen eine Möglichkeit bieten, das Problem der unvollständigen Schaberreinigung zu lösen. Diese Innovation garantiert eine längere Maschinenverfügbarkeit und eine höhere Prozesssicherheit, selbst bei schwierigsten Verunreinigungen.

► FIMIC Srl.
www.fimic.it



Kreislauf für Umreifungsbänder schließen – *Signal in der Recyclat-Krise*

re-strap, Europas erstes Sammel- und Rücknahmesystem speziell für Kunststoff-Umreifungsbänder, und Teufelberger Strapping Solutions haben eine langfristige Vereinbarung geschlossen. Damit wird ein hochwertiger Stoffstrom aus dem deutschen Markt verlässlich zurück in die Produktion geführt: Aus gebrauchten Umreifungsbändern wird wieder ein hochwertiges Umreifungsband – transparent, nachvollziehbar und industriell skalierbar.

Die europäische Kreislaufwirtschaft steht vor einem Widerspruch: Mittelfristig steigt der Bedarf an Post-Consumer-Recyclaten durch regulatorische Vorgaben und Nachhaltigkeitsziele deutlich an – gleichzeitig erleben viele Recycler aktuell einen massiven Marktdruck. Günstige Neuware und Importe, eine schwache Nachfrage seitens der Industrie sowie Unsicherheit über Qualitäts- und Nachweisstandards drücken die Preise. Das bremst Investitionen, gefährdet Kapazitäten – und konterkariert den Aufbau der dringend benötigten Recyclinginfrastruktur.

„Wir sehen derzeit zwei Realitäten gleichzeitig: Für 2030 wird eine erhebliche Recyclat-Unterdeckung prognostiziert – aber heute ist der Recyclat-Absatz für viele europäische Recycler wirtschaftlich extrem herausfordernd“, sagt Matthias Schäfer, Gründer und Geschäftsführer von re-strap. „Genau deshalb sind langfristige, verlässliche Liefer- und Abnahmebeziehungen jetzt entscheidend: Sie stabilisieren die Wertschöpfung und schaffen die Basis, hochwertige Sammelssysteme auszubauen.“

re-strap hat in der Vergangenheit den Absatz der aufbereiteten Materialien bereits in mehreren Anwendungen aufgebaut – unter anderem in Spritzguss, Compounding und 3D-Druck. Mit Teufelberger kommt nun ein zentraler Anwendungsfall hinzu: die Rückführung des Materials in die Umreifungsbandindustrie.

„Mit Teufelberger gewinnen wir einen der führenden europäischen



Umreifungsbandhersteller als langfristigen Partner. Die Vereinbarung sichert unseren Absatz ab und ermöglicht es uns, der hohen Nachfrage aus Industrie und Gewerbe nach einer nachhaltigen Entsorgung und Verwertung ihrer Umreifungsbandabfälle zu folgen – mit dem Rückenwind eines gesicherten Abnehmers“, so Schäfer.

In Deutschland sammeln bereits heute viele Unternehmen ihre gebrauchten Umreifungsbänder über das re-strap-System. Die neue Vereinbarung schafft Planungssicherheit, um weitere Anfallstellen anzuschließen und zusätzliche Mengen aus dem Markt einer hochwertigen Verwertung zuzuführen – statt energetischer Verwertung oder Downcycling.

Für die teilnehmenden Unternehmen bedeutet das:

- ein einfacher, pragmatischer Sammelweg für einen anspruchsvollen, aber wertvollen Kunststoffstrom,
- professionelles Recycling zu einem hochwertigen Rohstoff,
- echte Kreislaufwirtschaft – statt Greenwashing.

Die Rückführung der gebrauchten Bänder erfolgt über das re-strap Sammel- und Rücknahmesystem. Unternehmen können ihre Umreifungsbandabfälle mit der Technik von re-strap vorgehackt erfassen und zur Abholung bereitstellen. Durch die



Partnerschaft mit Teufelberger wird daraus wieder ein hochwertiges Umreifungsband – so sieht funktionierende Kreislaufwirtschaft aus.

Re-strap sieht die Kooperation als Baustein einer größeren Aufgabe: Europa braucht in den nächsten Jahren zusätzliche Sammel- und Recyclingkapazitäten, belastbare Nachfrage und klare Qualitäts- und Nachweisstandards. Langfristige Kooperationen zwischen allen Beteiligten sind dabei ein zentraler Hebel, um Investitionen abzusichern und Skalierung zu ermöglichen.

„Kreislaufwirtschaft entsteht nicht durch Absichtserklärungen, sondern durch funktionierende Prozesse und stabile Märkte. Diese Vereinbarung ist ein Schritt in genau diese Richtung“, so Schäfer.

► re-strap GmbH
www.re-strap.de

Innovationen, integrierte Systemlösungen und Service Excellence im Fokus



Der Merak 2800 ist ein leistungsstarker Universalzerkleinerer für ein breites Spektrum unterschiedlichster Materialien und ermöglicht – je nach Anwendung und Siebkonfiguration – definierte Outputgrößen im Bereich von 30 bis 120 mm. Auf der IFAT präsentiert Lindner den etablierten Schredder mit einem neuen Antriebskonzept, der den Einsatzbereich wesentlich erweitert (Bilder: Lindner)

Auf der IFAT Munich 2026 (4. bis 7. Mai) präsentiert der Recyclingpionier Lindner in Halle B6/251 und im Außengelände FM/708/2 seine Anlagenkompetenz für die Aufbereitung unterschiedlichster Stoffströme – und stellt zugleich mehrere Produktneheiten vor. Im Mittelpunkt stehen der im Herbst gelaunchte Zweiwellen-Schredder Urraco Evo sowie der mobile Einwellen-Zerkleinerer Merak 2800 mit neuem Antriebskonzept. Die Micromat Serie IV beweist mit dem Multicut-Rotor ihre Vielseitigkeit selbst bei anspruchsvollen Materialien wie Big Bags und Textilien. Ergänzt wird das Portfolio durch ein umfassendes Serviceangebot und die digitale Serviceplattform Nexus, die mit Echtzeitdaten und Performance-Monitoring für Transparenz, Prozesssicherheit und maximale Anlagenverfügbarkeit sorgt.

Unter dem Leitmotto „Ready for the future of your business“ rückt das Traditionsunternehmen Lindner auf der

IFAT zukunftsorientierte Lösungen in den Mittelpunkt, die gezielt auf die aktuellen Herausforderungen der Branche ausgerichtet sind. „Die Recyclingbranche steht unter massivem Kostendruck: Steigende Energiepreise, volatile Rohstoffmärkte und höhere Recyclingquoten erhöhen die Anforderungen an Effizienz und Wirtschaftlichkeit. Gleichzeitig verschärfen komplexere Stoffströme und das wachsende Brandrisiko durch Lithium-Ionen-Batterien die Anforderungen an Prozesssicherheit und Anlagentechnologie“, erklärt Matthias Egarter, Geschäftsführer bei Lindner. Der Recyclingpionier begegnet diesen Anforderungen mit smartem Anlagenbau und innovativer Schreddertechnologie. Stabile Prozessparameter, konstante Qualität und verlässliche Durchsatzleistung stehen dabei ebenso im Fokus wie eine hohe Material- und Anwendungsvielfalt. Dabei setzt Lindner auf langjährige Engineering-Erfahrung komplexer Re-

cyclingprojekte und auf leistungsstarken Maschinenbau „Made in Austria“.

Zukunftsfähige Kreislaufwirtschaft:

Auf der IFAT in München zeigt Lindner, wie moderne Recyclinganlagen aus komplexen Abfallströmen hochwertige, marktfähige Wertstofffraktionen gewinnen. Als Pionier im Recycling steht Lindner für leistungsstarke Einzelmaschinen und verbindet diese mit ganzheitlichen Systemlösungen – von der Planung bis zum wirtschaftlich stabilen Anlagenbetrieb. „Wir setzen dort an, wo die Abfallsammlung endet“, erklärt Marco Egger, Geschäftsführer der Division Lindner Systems Engineering. „Unser Ziel ist es, aus heterogenen Abfällen klar definierte, qualitätsgesicherte Stoffströme zu erzeugen. Denn nur saubere Fraktionen ermöglichen hochwertiges Recycling“, betont Egger. „Mit maßgeschneiderten Sortier- und Anlagenkonzepten schaffen wir die Voraussetzungen für konstant hohe Produktqualitäten, sei es für das

Kunststoffrecycling oder für andere anspruchsvolle Verwertungswege. So entstehen aus gemischten Abfällen hochwertige Rohstoffe, die gezielt in nachgelagerte Recyclingprozesse zurückgeführt und wieder in den Produktkreislauf integriert werden.“ Das Leistungsspektrum umfasst dabei den gesamten Projektzyklus von Consulting und Engineering über die technische Umsetzung mit kontrollierter Risikominimierung bis hin zu Inbetriebnahme und Service.

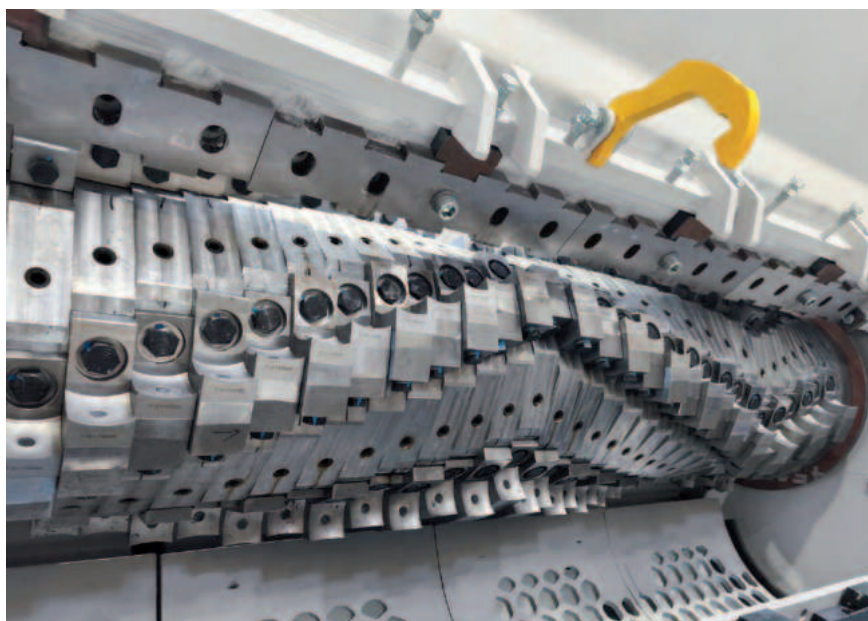
Gerade auch im Kunststoffrecycling setzt Lindner auf ganzheitliche Systemlösungen, die Engineering, Zerkleinerung, Sortierung und Waschen umfassen. Mehr als 200 weltweit installierte Waschanlagen und -komponenten belegen die internationale Projekt- und Prozesskompetenz. Die Technologiepartnerschaft zwischen Lindner Washtech und dem Extruderhersteller EREMA – Mitaussteller am Lindner Messestand – ermöglicht zudem die nahtlose Einbindung des Extrusionsprozesses. So entstehen durchgängige Lösungen: vom Feedstock bis zum fertigen Rezyklat – und das in Food-Grade-Qualität. Der zentrale Mehrwert liegt zudem in der konsequenten Optimierung aller Prozessschritte entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Produktneuheiten auf der IFAT 2026:

Auf der IFAT in München zeigt Lindner zudem aktuelle Produktneuheiten in der Zerkleinerungstechnik. Nach dem

offiziellen Launch im Vorjahr wird die neue Urraco Evo Serie auf der IFAT erstmals einem breiten Publikum vorgestellt. Der mobile Zweiwellen-Zerkleinerer wurde speziell für anspruchsvolle Heavy-Duty-Anwendungen entwickelt und überzeugt mit kraftvoller Power, Schnellwechselfunktion und bewährter Lindner-Wellenvielfalt. Neben Holz, Haus- und Gewerbemüll sowie Kunststoffen liegt der Fokus bewusst auch auf Anwendungen wie Schrott, Mischschrott und Aluminium. Die Urraco Evo ist am Lindner Außenstand FM/708/2 sowie beim Live-Schreddern im Rahmen der VDMA-Praxistage zu sehen. Dort ist auch die Merak 2800 im Einsatz. Ausgestellt wird jedoch nicht die bereits am Markt etablierte Merak mit E-Antrieb, sondern eine zusätzliche Serie mit neuem Antriebskonzept.

Als weitere Produktneuheit präsentiert Lindner in München die vierte Generation der Micromat-Serie. Herzstück ist ein Synchron-Reluktanzmotor der Energieeffizienzklasse IE6 mit einem Wirkungsgrad von über 97 Prozent, der ohne seltene Erden auskommt. Auf Zerkleinerungsseite kommt der neue Multicut-Rotor zum Einsatz, der den flexiblen Betrieb in unterschiedlichsten Stoffströmen – von Kunststoff, Holz, Gewerbe- und Hausmüll bis hin zu Textilien – ermöglicht. Durch sein schnell wechselbares Messersystem werden Wartungsaufwand und Stillstandszeiten reduziert.



Ganzheitliche Recyclinglösungen und Service Excellence: Als Weltleitmesse für Umwelttechnologien steht die IFAT 2026 ganz im Zeichen von Innovation, Nachhaltigkeit und zukunftsfähigen Lösungen für Wasser-, Abfall- und Recyclingwirtschaft. Genau hier setzt auch Lindner an. „Weltweit stehen Betreiber vor der Aufgabe, ihre Anlagen wirtschaftlich, sicher und zugleich zukunftsfähig auszurichten. Mit unseren maßgeschneiderten Recyclinglösungen unterstützen wir sie dabei, Prozesse nachhaltig zu optimieren und Wertstoffe effizient in den Kreislauf zurückzuführen“, betont Egarter. „Mit unserer Expertise bieten wir innovative und zugleich verlässliche Einzel- und Gesamtlösungen, die unseren Kunden auch angesichts steigender regulatorischer und wirtschaftlicher Anforderungen Wettbewerbsfähigkeit sichern und Stoffkreisläufe nachhaltig schließen. Unser Anspruch ist es, gemeinsam mit unseren Kunden wirtschaftlich erfolgreiche und ökologisch tragfähige Konzepte umzusetzen.“

Dass diese Lösungen langfristig Bestand haben, unterstreicht auch der Servicebereich des Unternehmens: „Seit fast 80 Jahren stehen Lindner Maschinen weltweit für zuverlässige Performance – auch unter anspruchsvollsten Bedingungen und mit teils über 200.000 Betriebsstunden. Entscheidend dafür sind nicht nur qualitätsgesicherte Fertigung und kontinuierliche Weiterentwicklung, sondern vor allem professionelle Wartung, partnerschaftlicher Service sowie gezielte Retrofit- und Upgrade-Lösungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Mit unserer digitalen Serviceplattform Nexus nutzen wir zudem die digitale Intelligenz unserer Maschinen für Performance-Monitoring, First-Level-Support und zusätzliche Prozesssicherheit“, erklärt Hubert Graf, Leiter Service.

Der Multicut-Rotor der neuen Micromat-Serie bietet mit seinen unterschiedlichen Messersystemen maximale Flexibilität bei wechselnden Materialströmen und deckt eine breite Vielfalt an Materialien ab

► Lindner-Recyclingtech GmbH
www.lindner.com

Lindner auf der IFAT: Halle B6/251



battenfeld-cincinnati:
Großauftrag untermauert 10-jährige Partnerschaft

Vorschau

3/2026

BB Engineering:
Neue Dimension in der Extrusionstechnik



EXTRUSION

EXPERT MAGAZINE ON PLASTICS EXTRUSION

The only technical magazine worldwide exclusively for the sectors:

- Material Preparation
- Compounding
- Extrusion
- Recycling
- Calendering
- Thermoforming
- Welding
- Finishing of Plastics and Elastomers



Extrusion (German)

Extrusion International (English)

Extrusion International USA (English)

Extrusion Asia Edition (Mandarin/English)

The only plastics trade magazine for Asia, published from Germany

8 issues a year

6 issues a year

6 issues a year

2 issues a year

EXTRUSION
GLOBAL

All editions available for free:

www.extrusion-global.com

VM Verlag GmbH Cologne/Germany



Chinaplas

Umwandlung ·
Zusammenarbeit ·
Nachhaltigkeit

Shanghai

Weltausstellungs- und
Kongresszentrum

**20
26**

**4·21
4·24**



☎ Hongkong: (852) 2516 3382 | Singapur: (65) 6631 8955 | 📞 (852) 6217 0885

✉ Chinaplas.PR@adsale.com.hk 🌐 Adsale.com.hk

ChinaplasOnline.com



Veranstalter

ADSALE 雅式®

Mitveranstalter



Förderer



O2O Strategie Partner



Offizielle Online-Medien

Adsale Plastics
Adsale CPRJ.com Network