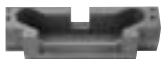




Thema: Sparte ENSINGER Compounds – Umzug in neues Fabrikgebäude

Neue Polyimid-Produktlinie TECASINT



Die Produktlinie TECASINT umfasst Neuentwicklungen und Modifikationen sowie bewährte Werkstoffe, die sich unter dem Markennamen SINTIMID im Markt etabliert haben. Die Halbzeuge und Fertigpressteile verfügen über eine hervorragende thermische Langzeitbeständigkeit. Die verschiedenen Eigenschaftsprofile der einzelnen Materialien bieten dem Anwender zahlreiche technische Möglichkeiten.

Seite 5

Baugruppe für Computertomographen



In Zusammenarbeit mit Siemens Healthcare hat ENSINGER eine zentrale Baugruppe für die Computertomographie entwickelt und zur Serienreife gebracht. Die Teile aus TECAPEEK, die ursprünglich aus Halbzeug zerspannt wurden, können inzwischen aus spritzgegossenen Rohlingen hergestellt werden. Der Entwicklungsaufwand hat sich gelohnt – der Auftraggeber spart Kosten und Material.

Seite 6

Liebe Leserin, lieber Leser,

vielleicht ist Ihnen das Gebet bekannt, wonach Gott einem die Kraft geben möge, Dinge zu tun, die man ändern kann, Gelassenheit aber, die Dinge hinzunehmen, die man nicht ändern kann und schließlich Weisheit, das eine vom anderen zu unterscheiden. Die getroffene Unterscheidung ist aufschlussreich, da sie zwei Perspektiven mehr bietet als sonst üblich. Gerade im Bereich der Wirtschaft ist Machen gefragt. Es geht um die eigenen Kräfte, die Motivation, die Reserven. Der Tatmensch in uns muss immer etwas tun, gerade in der Krise. Viele Angebote zielen auf diesen Tun-Impuls ab. Viele beklagen, es werde zu wenig gegen die Krise getan. Mir scheint, dass auf allen Seiten, der Politik, der Wirtschaft und in der Gesellschaft sehr entschlossen gegengesteuert wird. Die eingesetzten Mittel übersteigen dabei manchmal mein Vorstellungsvermögen. Leider aber tritt der gewünschte Erfolg so schnell nicht ein. Es steigt die Gefahr, dass in der aufkommenden Unruhe und Nervosität zuviel getan und quasi übersteuert wird. Die Ohnmacht wird mit Schuldzuweisungen, einseitigen Urteilen und Aggression kompensiert. Wohl dem, der sich da zu Gelassenheit durchringen kann.

Die höchste Disziplin, ja Weisheit, aber steht für die Fähigkeit, zwischen dem Machbaren und dem

Unabänderlichen zu unterscheiden. Das tönt leichter als es ist. Denn wer weiß mit Sicherheit, ob seine eigenen Analysen in einem Umfeld, das sich schnell ändert, noch zutreffen und seine Rezepte, was zu tun ist, noch Wirkung zeigen. Vom Umgang mit Kindern ist bekannt, dass viel Bewährtes nicht in die nächste Phase ihrer Entwicklung übertragbar ist. Das Kind sagt auf einmal nein und wir müssen einen anderen Zugang finden. Warum sollte diese Wahrheit nicht auf den Umgang unter Erwachsenen oder auf unsere generelle Situation zutreffen?

Umsichtiges Verhalten zeichnet sich dadurch aus, Tatkraft, Gelassenheit und Urteilsvermögen gut miteinander zu verbinden. Viele können das gut, aber man kann es sicher nie gut genug. Und so wünsche ich Ihnen und uns weiterhin gute Übung darin. Gelassen und entspannt mögen Sie die neueste Ausgabe unserer „impulse“ lesen ...



Ihr Klaus Ensinger



In dieser Ausgabe:

Seite 2

- Editorial

Seite 3

- Sparte Compoundierung zieht in neue Fertigungshalle

Seite 5

- Neue Polyimid-Werkstoffe: Produktlinie TECASINT

Seite 6

- Präzisionsarbeit: Das Herz eines Computertomographen

Seite 7

- Messen BAU und MADE
- Belastbar: Halbzeuge aus TECARIM

Seite 8

- Die ENSINGER-Gruppe in den USA

Diesem Heft liegt ein Unternehmensportrait aus dem Magazin „Entrepreneur“ (1/2009) bei. Nachdruck mit freundlicher Genehmigung der Ernst & Young AG.

Impressum

Kunden- und Mitarbeiterzeitung
der ENSINGER GmbH
Rudolf-Diesel-Str. 8, 71154 Nufringen,
Tel. 07032/819-0
info@ensinger-online.com,
www.ensinger-online.com

Herausgeber Klaus Ensinger
Dr. Roland Reber

Redaktion Jörg Franke
Doris Hämmerling
Petra Richter
Jochen Weyershäuser

Herstellung Druckerei Maier,
Rottenburg

Technische Glanzpunkte

Sparte Compounds zieht in neue Fertigungshalle



[Hä] Die Gründung des Unternehmensbereiches ENSINGER Compounds und wachsende Rohwarenmengen machten in Nufringen die Erweiterung von Produktion, Verwaltung und Lager erforderlich. Vor wenigen Wochen wurden die Baumaßnahmen abgeschlossen. Inzwischen haben die Mitarbeiter der Compoundierung ihre Räumlichkeiten in dem architektonisch beeindruckenden Neubau bezogen. Spartenleiter Frank Richter ist mit dem Ergebnis zufrieden: „Sämtliche Abteilungen befinden sich nun unter einem Dach, die zuletzt fünf Standorte haben wir zu einem einzigen zentralen zusammengefasst. Das heißt, kurze Wege, bessere Kommunikation, kurzum: ein neues Gemeinschaftsgefühl motiviert den gesamten Bereich.“

Höhere Produktivität

Die verbesserten Produktionsflüsse ermöglichen ein erheblich effizienteres Arbeiten und deutliche Mengensteigerungen. Die Maschinen sind so angeordnet, dass die Mitarbeiter die gesamte Produktionslandschaft überblicken und bei Bedarf schnell reagieren können. Damit ist eine Beschleunigung

arbeitsintensiver Vorgänge möglich, beispielsweise verkürzen sich die Rüstzeiten an den Maschinen.

Ein technischer Glanzpunkt ist der neue Reinraum, der für die Produktion von Medizintechnik-Werkstoffen vorgesehen ist. An Baugruppen und Gerätekomponenten aus diesen Materialien werden höchste Hygiene- und Reinheitsanforderungen gestellt.

Gesundheit, Umweltschutz und Sicherheit

Die Aspekte Gesundheit, Umweltschutz und Sicherheit haben die Planer beim Neubau besonders beachtet: Die Abluftaufbereitung bindet Stäube und Gerüche durch das so genannte „Nasswäscherkonzept“. Wasserdampf an der Absaugstelle verhindert, dass schädliche Partikel nach außen gelangen.

Zudem verfügt die Fertigung über einen geschlossenen Wasserkreislauf, bei dem kein industrielles Abwasser anfällt. Verdunstetes Wasser wird über eine Regenwasserzisterne nachgespeist. Ein im Keller befindlicher schwimmbadgroßer Wassertank versorgt über ein umfassendes Sprinklersystem die gesamten Anlagen und Räumlichkeiten im Notfall mit Löschwasser.

Im neuen
Produktionsbereich
der Compoundierung



Niedriger Energiebedarf

Zeitgemäßer und verantwortungsvoller Umgang mit den vorhandenen Ressourcen waren beim Energiekonzept des Neubaus Programm. So spart das Unternehmen dank der Regenwasserzisterne jährlich 3.600 Kubikmeter Trinkwasser. Die Wärmerückgewinnung sowohl aus Druckluft als auch aus Abwasser reduziert den CO₂-Ausstoß um bis zu 180 Tonnen pro Jahr. Zur Erwärmung von Sanitärwasser und Fußbodenheizung geht die erzeugte Wärme in den Wasserkreislauf über. Die Büros sind nach nach Norden ausgerichtet, um aufwändige Klimatechnik einzusparen. Bewegungsmelder lassen das Licht nur so lange leuchten, wie es wirklich gebraucht wird.

Offene Büros

Die Büroräume im Obergeschoss sind nach einem offenen Raumkonzept gestaltet und mit viel Glas ausgestattet, um eine angenehme Atmosphäre an hellen Arbeitsplätzen zu schaffen. Zwei mit modernstem Equipment eingerichtete Besprechungsräume fassen bis zu 30 Personen. Kundenschu-

lungen und auch firmenübergreifende Großprojekte können hier ohne Platzprobleme organisiert werden. Dem Küchenbereich angeschlossen ist ein weiterer Raum mit Besprechungstischen und einer Bibliothek, in der künftig die im Unternehmen vorhandenen Fachbücher zentral verwaltet werden.

ENSINGER COMPOUNDS 

Die jüngste ENSINGER-Sparte versorgt ihre internen und externen Kunden mit Hochleistungskunststoffen und Compounds, die mit Hilfe von Füllstoffen und Additiven auf spezifische Anwendungen zugeschnitten werden. Die Spezialisten wählen den für den Kunden geeigneten Werkstoff aus und entwickeln individuelle Rezepturen. Zum Beispiel Produkte mit verbesserten Gleitreib-Werten oder definierten elektrischen Eigenschaften sowie Compounds, die den hohen medizintechnischen Anforderungen genügen.

Neue Polyimid-Werkstoffe

ENSINGER stellt die Produktlinie TECASINT vor

[JF] ENSINGER hat sein Programm im Bereich der amorphen, unschmelzbaren Hochtemperatur-Polyimide erweitert: Die neue Produktlinie TECASINT umfasst mehrere Neuentwicklungen und Modifikationen sowie bewährte Werkstoffe, die sich unter dem Markennamen SINTIMID im Markt etabliert haben. Den Auftakt machen Halbzeuge und Formteile aus dem neuen Material TECASINT 2000, das sich unter anderem durch eine verbesserte Zähigkeit auszeichnet. Noch in diesem Jahr wird das Polyimid-Portfolio schrittweise ausgebaut.

Halbzeuge und Fertigpressteile aus TECASINT verfügen über eine hervorragende thermische Langzeitbeständigkeit. Der breite Temperatur Anwendungsbereich der Materialien reicht von -270 bis 300 °C. Selbst bei kurzzeitiger Erwärmung auf 350 °C schmelzen oder erweichen viele TECASINT-Werkstoffe nicht. Festigkeit, Dimensionsstabilität und Kriechwiderstand bei mechanischer Belastung bleiben auch im Dauereinsatz hoch.

Neue technische Möglichkeiten

Der Sinterwerkstoff TECASINT 1000 ist seit zwanzig Jahren unter der Bezeichnung SINTIMID im Markt eingeführt. Zu den von ENSINGER neu entwickelten Produkten gehören die Hochtemperatur-Polyimide der Serie TECASINT 2000. Der steife und harte Werkstoff weist einen hohen E-Modul-Wert auf. Die thermische Beständigkeit und das Gleitreibungsverhalten konnten gegenüber TECASINT 1000 noch einmal verbessert werden. Ein weiterer Vorteil der Neuentwicklung ist die deutlich reduzierte Feuchtigkeitsaufnahme, die enge Bauteiltoleranzen zulässt. Außerdem lässt sich das Material mit hoher Präzision zerspanen.

Halbzeuge und Formteile

TECASINT 2000 eignet sich hervorragend für das Direct-Forming-Verfahren, das eine kostengünstige Herstellung von Serienteilen ermöglicht, etwa für den Kraftfahrzeug- und Maschinenbau.

TECASINT 5000 (zuvor: SINTIMID PAI) ist ein nicht thermoplastisch verarbeitbares Hochtemperatur-Polyamidimid. Das Sintermaterial eignet sich insbesondere für Anwendungen in der Halbleiterfertigung. Der Werkstoff ist pur, mit Glasfaser verstärkt



Isolierteil aus
TECASINT 2000

oder in verschiedenen elektrostatisch ableitenden Einstellungen erhältlich.

Bei den Produkten der Serie TECASINT 8000 (SINTIMID 8000) handelt es sich um bewährte Werkstoffe für Gleit-Reibanwendungen. Das Basismaterial PTFE wird durch PI-Pulver verstärkt. Der verschleißbeständige Werkstoff wird bereits erfolgreich bei Lippendichtungen, Gleitstreifen für Textil- und Verpackungsmaschinen sowie bei Lagern und Gleitelementen eingesetzt.

Platten, Rundstäbe und Kurzrohre

Die Halbzeuge der TECASINT-Serien 1000, 2000, 5000 und 8000 sind als Platten und Rundstäbe verfügbar. Aus den Materialien TECASINT 1000, 2000 und 8000 bietet ENSINGER darüber hinaus Kurzrohre an.

Technische Beratung: Markus Porn
(m.porn@de.ensinger-online.com)

VESPEL®-Vertrieb beendet

Die ENSINGER-Gruppe hatte im Jahr 2000 begonnen, Halbzeuge und Formteile aus dem Polyimid VESPEL® in Deutschland sowie in Großbritannien zu vertreiben. Inzwischen haben der Hersteller DuPont de Nemours Engineering Polymers und ENSINGER auf dem Gebiet der Hochtemperaturkunststoffe unterschiedliche Vermarktungsstrategien eingeschlagen. Deshalb haben beide Unternehmen beschlossen, die VESPEL®-Vertriebspartnerschaft zum 31. März 2009 zu beenden.



SPRITZGUSS



ZERSPANUNG

Präzisionsarbeit: Das Herz eines Computertomographen

Klaus Pascher (links),
Vertriebsleiter
Fertigteile, und
Peter Thaler (rechts),
Projektmanagement
Spritzguss, zeigen
die Baugruppe von
ENSINGER



[JF] Ob es um die Früherkennung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen geht oder um die Untersuchung von Unfallpatienten – die Computertomographie (CT) hat die medizinische Diagnostik revolutioniert. Mit Hilfe von Geräten der neuesten Generation lassen sich auch kleinste Blutgefäße des schlagenden Herzens in hoher Auflösung abbilden. Bei den CT-Systemen von Siemens Healthcare rotieren zwei „Straton“-Röntgenstrahler mit hoher Geschwindigkeit um den Patienten. Die mechanische Halterung und Lagerung dieser Schlüsselkomponenten übernehmen von ENSINGER hergestellte Bauteile aus TECAPEEK.

Die mehrere Kilogramm schwere Baugruppe besteht aus einem feststehenden Leitkörper und einem Drehleitkörper, der die Anode und Kathode der „Straton“-Röhre umschließt. Da Fliehkräfte bis zur dreißigfachen Erdbeschleunigung auftreten, werden an Material und Verarbeitung höchste Ansprüche gestellt.

PEEK ist langzeitbeständig, auch bei Röntgenstrahlung und einer Dauergebrauchstemperatur von 260°C. Die Beschaffenheit der von einem Isolieröl umströmten Kunststoffoberflächen hat einen wesentlichen Einfluss auf die Kühlung der Röntgen-

röhre. Die effiziente Wärmeabfuhr ermöglicht einen schnelleren Untersuchungsablauf ohne Abkühlpausen. Bei der Diagnostik von Trauma-Patienten können diese Zeitvorteile lebensrettend sein.

Lunker im Material würden zu Hochspannungsüberschlägen und zum Ausfall des gesamten Systems führen. Deshalb prüft Siemens in Erlangen bereits die Rohlinge mit Hilfe zerstörungsfreier Methoden. Sogar dafür eignet sich eine medizinische CT-Anlage – dank der Röntgenprüfung können Poren ab einer Ausdehnung von einem halben Millimeter erkannt werden.

Für die ersten Aufträge wurden die Leitkörper und Drehleitkörper am Standort Cham aus Rundstäben zerspannt. Um bei der Produktion der Rohlinge Material zu sparen, hat ENSINGER vor einigen Jahren mit der Umstellung auf das Spritzgussverfahren begonnen. Allein die Füge- und Innenflächen werden wegen der hohen Genauigkeitsanforderungen weiterhin durch Zerspanung bearbeitet. Die Chamer Mitarbeiter sorgen auch für das Oberflächenfinish und die Montage der Baugruppe.

Die Herstellung größerer PEEK-Spritzgussteile ist aufgrund der massiven Wanddicken eine technische Herausforderung. Bis zur Serienreife der auf einer 500-Tonnen-Spritzgussmaschine hergestellten Rohlinge war ein Entwicklungsaufwand von zwei Jahren notwendig – doch die Investition hat sich gelohnt: Der Materialverbrauch konnte um die Hälfte reduziert werden, die Kosten sanken um etwa 40 Prozent.

„Lieferant des Jahres“

Als Anerkennung für die Zusammenarbeit bei der Entwicklung und die kontinuierliche Qualität erhielt ENSINGER von Siemens Healthcare im vergangenen Juli die Auszeichnung „Lieferant des Jahres“.

MT-Broschüre überarbeitet

ENSINGER hat die Broschüre „Technische Kompetenz für die Medizin, Pharmazie und Lebensmitteltechnik“ erweitert. Hinzugekommen sind ausführliche Hinweise zum Qualitätsmanagement und eine Übersicht über die Farbvari-

ationen. Die Werkstoffe sind nun nach Anwendungsgebieten (wie Diagnostik und Therapie) kategorisiert. Auch die Spezialitäten werden auf eigenen Seiten beschrieben. Die Broschüre ist erhältlich unter info@ensinger-online.com



BAUPRODUKTE

Gelungener Jahresstart: Messen BAU und MADE

[Wey] Die BAU 2009 stellte nach Angaben des Veranstalters mit 211.000 Besuchern einen neuen Rekord auf und vermeldete einen starken Rückenwind für die Bauwirtschaft.

Die positive Stimmung der Aussteller und Besucher war förmlich zu spüren. Neben Deutschland stellten Österreich, die Schweiz, Italien, Slowenien, die Tschechische Republik, Russland, Polen, der Iran, Frankreich und die Türkei die meisten Besucher. Auch aus außereuropäischen Ländern wie China und Japan kamen überdurchschnittlich viele Interessenten. Insbesondere am vierten und fünften Messttag war der Andrang teilweise so groß, dass es in den Messehallen eng wurde. Entsprechend viel zu tun gab es auch auf dem Bauprodukte-Stand von ENSINGER. Das lag unter anderem auch am herausragenden Thema energieeffizientes und nachhaltiges Bauen, für das die Veranstalter schon im Vorfeld intensiv geworben haben. Mit insulbar®-Isolierprofilen für Fenster, Türen und Fassaden und Thermix® Warme Kante Abstandhaltern für Isolierglas bietet der Bereich Bauprodukte dafür die passenden Produkte.



Obwohl die MADE schon Anfang Februar und damit kurz nach der BAU stattfand, war auch diese Messe mit über 200.000 Besuchern in vier Tagen ein durchschlagender Erfolg. Die Veranstaltung fand bereits zum zweiten Mal in Mailand statt und festigte ihre Bedeutung für den südeuropäischen Raum. Auch die MADE stand ganz im Zeichen von Energieeinsparung und nachhaltigem Bauen. Das Team von ENSINGER Italia und ENSINGER Bauprodukte konnte sich über viele interessante Gespräche mit Besuchern freuen.



HALBZEUGE

Belastbar: Halbzeuge aus TECARIM



[JF] TECARIM ist ein Polyamid 6 Block-Copolymer mit Elastomeranteil, das im drucklosen Gießverfahren RIM (Reaction-Injection-Moulding) hergestellt wird. Der Temperatureinsatzbereich des schlagzähen Materials liegt zwischen -60 bis +120 °C. Die polyamidtypische Abriebfestigkeit ist bei TECARIM insbesondere im Kältebereich von Vorteil.

Durch Zerspanung lassen sich robuste und verschleißarme Produkte herstellen und – für den Einsatz unter extremen Bedingungen – Teile ohne sprödes Bruchverhalten. Das Eigenschaftsbild dieser Halbzeuge positioniert sich zwischen Polyamiden und Polyurethan.

Typische Anwendungen von TECARIM sind Funktionsteile für den Maschinen- und Anlagenbau mit hoher statischer oder dynamischer Belastung. In der Öl- und Gasindustrie, im Sonderfahrzeugbau und in der Wintertechnik liegen weitere Einsatzbereiche des Materials.

Vertrieb

Der drucklose TECARIM-Gießprozess ermöglicht auch Formteile mit extremen Wanddickensprüngen und die Integration von Einlegeteilen oder Verstärkungsmaterialien.

Der Vertrieb dieser Formguss-Produkte erfolgt über ENSINGER TecaRIM in Linz, während der Verkauf der Halbzeuge von der in Nufringen ansässigen Sparte betreut wird.

DIE ENSINGER-GRUPPE IN DEN USA

Transatlantische Zusammenarbeit

von Donna Mantia

Die erste ENSINGER-Niederlassung in den USA wurde 1985 mit einer Handvoll Mitarbeitern gegründet. Die aus Nufringen importierten Halbzeuge fanden damals in einem kleinen Lager Platz. Heute verfügt ENSINGER in Nordamerika über eine Gruppe von Produktionsstandorten mit mehreren hundert Beschäftigten.

Die US-Zentrale und die größte Extrusionsfabrik befinden sich in Washington, Pennsylvania, nahe der Industriestadt Pittsburgh. In Grenloch, New Jersey, produziert das Unternehmen ebenfalls Halbzeuge sowie die insulbar®-Produktlinie und Formgussteile.

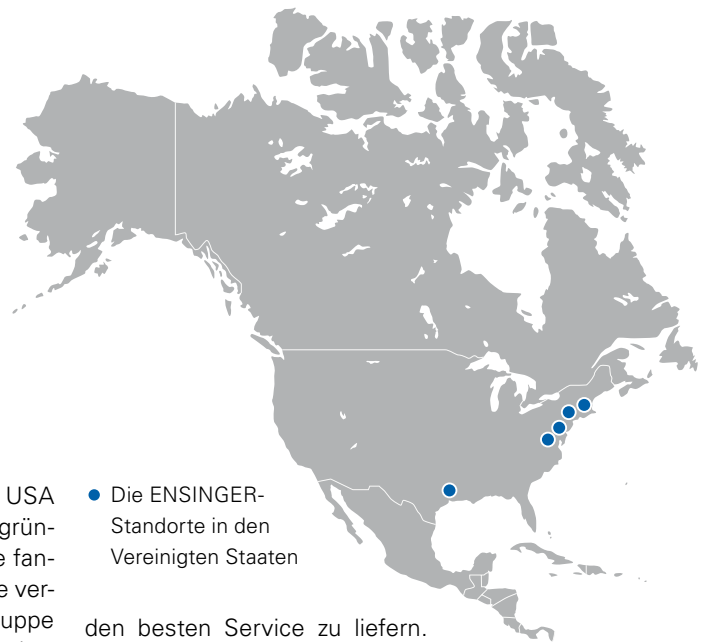
Chef der amerikanischen Halbzeug-Sparte ist Chris Ranallo, während die Division Bauprodukte von George Nash geleitet wird. Als Finanzchef gehört auch Bob Racchini zum engsten Führungskreis, ebenso wie Larry Resavage, der für den Bereich Business Development verantwortlich ist.

In Greenwood, Delaware, stellt ENSINGER/Penn Fibre unter der Führung von John Cowperthwait kalandrierte Platten und gestanzte Teile her. Putnam Precision Molding, das Spritzgusswerk in Connecticut unter der Leitung von Jeanne Zesut, komplettiert die Niederlassungen an der Ostküste.

Zusätzlich zu diesen schon länger bestehenden Produktionsstätten hat ENSINGER erst kürzlich einen Neubau im texanischen Houston bezogen: Die Fertigung der „Special Polymers“ – gepresste und gesinterte Halbzeuge und Formteile – wird von Tony Scanlin geleitet.

Neue Märkte

Die Philosophie der amerikanischen ENSINGER-Mitarbeiter spiegelt die ihrer europäischen Kollegen wider: Ziel aller ist es, die besten Produkte und



• Die ENSINGER-Standorte in den Vereinigten Staaten

den besten Service zu liefern.

Gleichzeitig steht die ständige Erweiterung des Marktes für Hochleistungskunststoffe auf dem Programm, indem die Experten beispielsweise nach Möglichkeiten suchen, Metall-Bauteile durch solche aus Kunststoffen zu ersetzen.

Die US-Kollegen arbeiten enger denn je mit denen in Deutschland und andernorts zusammen, um den Kunden weltweit die gleiche Spitzentechnologie zu bieten. Die Kooperation mit Extrusionsexperten wie Ralf Dietrich und das Erschließen neuer Märkte zusammen mit Produktspezialisten anderer Niederlassungen und aus der Zentrale ermöglichen es den US-Mitarbeitern, die Produktionskapazitäten sowie das Portfolio zu verbessern und sich damit zu einem der Top-Lieferanten ihrer Kunden zu machen.

Die Teams aus den Bereichen Business Development und Vertrieb haben dabei die unterschiedlichsten Geschäftsfelder im Blick: Von der Medizin- und Lebensmitteltechnik über die Luft- und Raumfahrt sowie Automobilindustrie bis hin zur Elektronik und Elektrotechnik. Die röntgendurchlässige XRO-Serie für Medizinanwendungen und das kürzlich eingeführte TECAFORM AH ID als Produktlinienerweiterung für Anwendungen in der Lebensmittelindustrie sind nur zwei der neuen Materialien, die im Mittelpunkt der neuen Geschäfte stehen.

Donna Mantia ist Marketing-Koordinatorin bei ENSINGER Inc.

WILFRIED-ENSINGER-PREIS

Nachwuchsengeieure

[JF] Zum siebten Mal prämierte der Wissenschaftliche Arbeitskreis Kunststofftechnik (WAK) herausragende wissenschaftliche Arbeiten. Den Wilfried-Ensinger-Preis erhielten Silke Allert und Dr. Jinglei Yang. Die Nachwuchsengeieurin Silke Allert wurde

für ihre Diplomarbeit zum Thema „Untersuchung des Fließ- und Erstarrungsverhaltens hoch gefüllter Metall-/Thermoplast-Compounds“ ausgezeichnet, die sie an der RWTH Aachen erstellte. Gegenstand der Arbeit ist ein elektrisch leitfähiges Kunststoff-Compound. Dr. Jinglei Yang hat sich in seiner an der TU Kaiserslautern angefertigten Dissertation mit dem Langzeitverhalten von polymeren Nanocomposites beschäftigt.