

COLLIN TECHNEWS

COLLIN - TECHNOLOGIE MAGAZIN

HOCHLEISTUNGSKUNSTSTOFFE

DIREKTKASCHIERUNG VON HL-VERBUND- FOLIEN

Technisch innovativer Prozess
für hohe Haftfestigkeit zwischen
polymerem Träger & Kupferfolie
bei Leiterplatten

IM BLICKPUNKT – HOCHLEISTUNGS- THERMOPLASTE FÜR 3D DRUCK

Für die Kleinserienproduktion äußerst ökonomisch,
eröffnet die Technik eine Vielfalt an neuen Möglichkeiten zur
Herstellung unterschiedlichster Bauteilgeometrien

EDITORIAL



DI Dr. Friedrich Kastner
CEO / Managing Partner NGA Next Generation Analytics GmbH
CEO / Managing Partner COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH

Neues Trend-Format für Lösungsstärke

Liebe Leserinnen! Liebe Leser!

Vor Ihnen sehen Sie unser neues Format – COLLIN TECHNEWS – Technologie Magazin – eine lockere Berichtserie oder auch Zeitschrift, die sich brandaktuellen Marktthemen widmet.

Als weltweit agierendes Extrusionsmaschinenbau-Unternehmen verfügt COLLIN über ein breites Produktportfolio – doch unsere Maschinen allein machen uns nicht aus!

Eine unserer Stärken ist das über Jahrzehnte gewachsene Fachwissen kombiniert mit zahlreichen Erfahrungen sowie Projekten für unterschiedlichste Kundenbranchen. Unser Team zeichnet sich durch umfassende, tiefgehende Kompetenz in der Verfahrenstechnik aus. Wir entwerfen ganze Lösungen für unsere Kunden, gemeinsam mit unseren Kunden.

Dieses Know-how möchten wir hier darstellen, marktorientiert und fundiert. Unser Team zeigt Trends auf und die Lösungen, die COLLIN dazu bietet.

In dieser ersten Ausgabe beschäftigen wir uns mit der Thematik Hochleistungspolymere. Ob thermische, elektrische, umwelt- oder medienbeständige Eigenschaften, Hochleistungskunststoffe sind für Spezialanwendungen von großer Bedeutung – im Automobil- und Flugzeugbau, in der Medizin- und Elektrotechnik oder auch in der chemischen Verfahrenstechnik.

Lesen Sie mehr zu unseren Lösungen auf den folgenden Seiten!

Friedrich Kastner

INHALTS- VERZEICHNIS

Hochleistungskunststoffe	03
Steuerungskonzept	05
HL-Extruder	06
HL-Compounder	07
PEI und PEEK Rohre	08
PEEK, LCP – Flachfolie	09
PEEK, PEI, LCP – Blasfolie	10
Gegenläufig rotierende Düse für HL-Blasfolien	10
Direkt Kaschierung von HL-Verbundfolien	11
Recken von HL-Folien	12
Multifilamente PEEK, LCP, PPS	13
Strangextrusion für 3D Druck	14
Kommentar	15

NGA GRUPPE

COLLIN ist Teil der NGA Next Generation Analytics Gruppe mit dem Mutterunternehmen NGA, den Tochterfirmen COLLIN Lab & Pilot Solutions (100%), BritAS Recycling-Anlagen (100%), der COMELT (49%), der NGA in Malaysia (100%) sowie der NGA in Indien (70%).

Dieser Verbund ist eine Art Netz, das das gesamte Thema Kunststoff vom Rohstoff über die optimale Verarbeitung bis hin zum Recycling umspannt. Das birgt zahlreiche Vorteile für unsere Kunden – der gegenseitige Know-how Transfer schafft Inspiration, neue technologische Wege zu entwickeln und fördert das vernetzte Denken im Sinne der Kundenanforderung.

HOCHLEISTUNGSKUNSTSTOFFE

CHfR. Dr.-Ing. Franz Grajewski über Hochleistungskunststoffe auf COLLIN Anlagen

Hochleistungskunststoffe oder auch Hochtemperaturkunststoffe sind eine Untergruppe der thermoplastischen Kunststoffe. Damit werden sie eindeutig von Elastomeren und Duroplasten abgegrenzt, da diese ihre Form- und Wärmebeständigkeit und chemische Widerstandsfähigkeit durch Vernetzung der Polymerketten erhalten. Dadurch können sie nach der Vernetzung im Gegensatz zu Thermoplasten nicht mehr umgeformt werden. Obwohl sich der Begriff „Hochleistungskunststoff“ fest etabliert hat, wäre die Bezeichnung „Hochleistungsthermoplast“ der Richtige. Die ebenfalls häufig verwendete Bezeichnung „Hochtemperaturkunststoff“ gibt nur einen Aspekt der Eigenschaften wieder, die Wärmebeständigkeit.

Thermoplaste werden entsprechend ihrer Eigenschaften in Standardkunststoffe, technische Kunststoffe, und Hochleistungskunststoffe eingeteilt. Eine Übersicht dieser Einteilung zeigt die folgende Abbildung (in Anlehnung nach [1]). Dargestellt sind auch als

Anhaltspunkte die Temperaturbereiche für die Wärmeformbeständigkeit der heute gebräuchlichsten Kunststoffe. Diese sind unterteilt in amorphe und teilkristalline Werkstoffe.

Getrieben durch die Entwicklungen in der Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik und Chemieanlagen entstanden Anforderungen an Kunststoffe, die bereits in den 1960er Jahren zu einer ständigen Verbesserung von mechanischen, chemischen Eigenschaften sowie der Temperaturbeständigkeit führten. Diese Aktivitäten mündeten schließlich in den Hochleistungskunststoffen.

Die Basis für die Werkstoffklasse bilden aromatische Molekülstrukturen, da diese hohe Oxidationsbeständigkeit aufweisen. Zudem hat die aromatische Kohlenwasserstoff-Bindung eine höhere Beständigkeit als andere Strukturen. Rein aromatische Molekülstrukturen wie z. B. Polyphenylen haben Erweichungstemperaturen bis zu 500°C. Damit sind die typischen Verarbei-

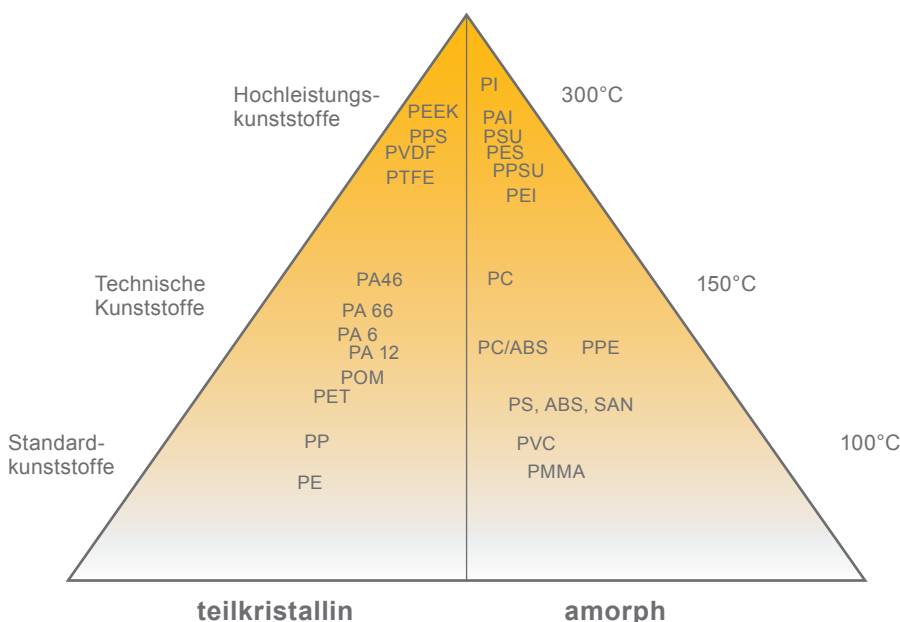
tungsverfahren in der Kunststoffindustrie nur erschwert oder gar nicht anwendbar. Abhilfe schaffen in den Polymerketten eingebaute funktionelle Gruppen, aber auch Polymerblends, Additive und Füllstoffe.

Daraus ergibt sich eine Vielzahl von Werkstoffen mit unterschiedlichen Eigenschaften bezüglich Verarbeitung und Gebrauch der Produkte. Trotzdem sind z. T. erhebliche Modifikationen der Prozesse im Vergleich zur Verarbeitung von technischen oder gar Standardkunststoffen erforderlich.

Schmelzeführende Bereiche benötigen deutlich höhere Heizleistung, zusätzliche thermische Isolierung zur Senkung des Energiebedarfs, aber auch als Sicherheitsmaßnahme für das Bedienpersonal. Das Abkühlen des Produktes muss in der Regel mehrstufig erfolgen. Es liegt auf der Hand, dass bei den hohen Austrittstemperaturen aus der Düse der produktberührende Einsatz von Kühlwasser nicht möglich ist.

Bei den Nachfolgeeinheiten müssen größere Aufwendungen bezüglich Kühlleistung und Isolierung getrieben werden. Die Werkstoffe für Schnecken und Zylinder müssen an die Gegebenheiten der Hochleistungskunststoffe angepasst werden. Bei der Verarbeitung von Fluorpolymeren (PVDF) dürfen die verwendeten Stähle keinerlei Bor und MoS₂ enthalten, da es sonst zu spontanen, gefährlichen Zersetzungsreaktionen kommt.

Polyimid (PI) hat unverstärkt eine geringe Kerbschlagfähigkeit, aber bei Temperaturen über 150°C eine hohe Steifigkeit und Festigkeit. Diese übertreffen bei diesen Temperaturen



sogar Aluminium. Produkte wurden ursprünglich im Sinterverfahren hergestellt. Der Temperaturbereich für Dauereinsatz reicht von -200°C bis 260°C in Luft und bis 315°C in inerter Atmosphäre. Geringer Verschleiß und gute Gleiteigenschaften runden das Eigenschaftsbild positiv ab.

Mittlerweile stehen auch thermoplastische Typen zur Verfügung. Deren maximale Dauertemperatur liegt unverstärkt bei ca. 200°C. Glasfaserverstärkung erhöht diesen Wert auf bis zu 250°C. Das Eigenschaftsspektrum hat vielfältige Anwendungen in der Raumfahrt eröffnet.

PEEK ist der wohl hitzebeständigste Thermoplast. Er zeichnet sich durch sehr gute mechanische Eigenschaften bei Dauergebrauchstemperaturen bis 260°C und kurzfristig bis 300°C aus. Selbst nach 5000h bei 260°C sind die Reduktion der Festigkeitswerte und der Chemikalienbeständigkeit marginal /2/. Weiterhin zeichnet sich der Werkstoff aus durch extreme Verschleißfestigkeit, sehr gute Gleiteigenschaften und Strahlenbeständigkeit.

Am Markt erhältlich sind verschiedenste Varianten ausgestattet mit Faserverstärkung, elektrisch leitfähig, modifiziert mit PTFE. Somit sind optimal angepasste Varianten für Medizintechnik, Öl- und Gasindustrie, Automobilindustrie sowie Luft- und Raumfahrt verfügbar.

Die herausragenden Eigenschaften der Hochtemperaturthermoplaste eröffnen innovative technische Lösungen, wo es auf Gewichtersparnis ankommt bei gleichzeitig hohen Anforderungen bezüglich Mechanik, Tribologie, Chemikalienbeständigkeit und das bei hohen Dauergebrauchstemperaturen.

Insbesondere die Fortschritte im 3D Druck führen zu vielfältigen weiteren

Einsatzmöglichkeiten. In einer Studie des Umweltbundesamtes werden für diese innovative Technik Wachstumsraten im Medizinbereich von 2014 bis 2020 von 25% und für die Energiewirtschaft etwa 35% geschätzt /3/.

2019 stellte das Fraunhofer Institut eine neu entwickelte 3D Druckanlage für große, tragende Bauteile für Anwendungen im Automobil- und Luftfahrtsektor vor. Es ist gelungen, mit dem SEAM (Screw Extrusion Additive Manufacturing) genannten Verfahren die Prozessgeschwindigkeit um den Faktor 8 zu erhöhen. Hochleistungskunststoffe mit bis zu 40% Faseranteil wurden erfolgreich verarbeitet /4/. Auf dem Feld der medizinischen Anwendungen ist die Vielfalt fast schon unübersehbar. Implantate, Zahnersatz, Rückenstützen, Gelenkersatz, Wirbelsäulenimplantate sind nur einige Beispiele.

Die rasanten Fortschritte bei den Hochleistungsmaterialien der frühen 70er Jahre brauchten Laborequipment für Materialuntersuchungen und Entwicklung. Bereits zu Beginn der 80er Jahre konstruierte und baute COLLIN Lab & Pilot Solutions Laborpressen für Temperaturen bis 400°C sowie Extruder bis 500°C. Nur wenige Jahre später folgten Kalande und Walzwerke für den Hochtemperaturbereich.

Aufbauend auf 40 Jahren Erfahrung in Maschinenbau und Prozesstechnik in diesem Bereich stellt COLLIN Lab & Pilot Solutions heute ausgereifte Maschinen und Anlagen für alle Anwendungen in der Extrusion von Hochleistungskunststoffen zur Verfügung.

In einem großzügig eingerichteten Technikum unterhält COLLIN Lab & Pilot Solutions eine stattliche Anzahl an Maschinen und Anlagen. Diese werden von einer verfahrenstechnisch erfahrenen Mannschaft

bedient. Damit bietet COLLIN Lab & Pilot Solutions umfassende Möglichkeiten, vor oder bei Beginn eines Projektes Materialuntersuchungen und Prozessversuche durchzuführen. Hierbei werden in aller Regel wichtige Erkenntnisse für die Auslegung einer Anlage gewonnen. Das ist vor Allem bei Neuentwicklungen unerlässlich. Selbstverständlich steht das Technikum für Kundenversuche zur Verfügung, unabhängig davon, ob daraus direkt ein Anlagenprojekt entsteht.

Die Versuchsmöglichkeiten bei COLLIN Lab & Pilot Solutions werden ergänzt von theoretischen Berechnungsmodellen. Hierfür werden die Möglichkeiten der FEM (Finite Elemente Methode) benutzt. Ein erfahrenes Team führt Fließkanalauslegungen für alle Werkzeugtypen und Abkühlrechnungen für Kühlbäder oder auf Kühlwalzen durch. Damit können im Vorfeld schon Optimierungen erreicht werden. Aufgrund mittlerweile jahrelanger Erfahrung ist die Genauigkeit der theoretischen Aussagen enorm gestiegen und sehr zuverlässig.

2009 führte COLLIN Lab & Pilot Solutions ein Qualitätsmanagementsystem ein, welches die Prozesse für die Herstellung ihrer Produkte regelt.

Wichtige Instrumente in diesem Zusammenhang sind

- Design Reviews (ab einem gewissen Konstruktionsfortschritt auch mit Kunden)
- Fehlermöglichkeiten Einfluss Analyse (FMEA)
- Risikoanalysen

Damit wird sichergestellt, dass die Maschinen und Anlagen den Kundenforderungen und allen Sicherheitsregeln nach neuestem Stand genügen.

/2/ PEEK Kunststoff – TECAPEEK, Ensinger, 2020

/3/ Die Zukunft im Blick: 3d – Druck, Trendbericht zur Abschätzung der Umweltwirkungen, Umweltbundesamt 05 / 2018

/4/ Fraunhofer, Presseinformation, High Speed-3D-Drucker für Hochleistungskunststoffe, Hannover Messe 2019, Additive Fertigung

STEUERUNGSKONZEPT

Die Philosophie der Anlagensteuerung der COLLIN Lab & Pilot Solutions beruht auf dem Anspruch, möglichst hohe Flexibilität zu erreichen. Besonders im Versuchsbetrieb ist es oft erforderlich, die Anlagenkonfiguration zu variieren. D. h. Anlagenkomponenten, z. B. Extruder sollen schnell und unkompliziert getauscht und / oder entfernt bzw. hinzugefügt werden. Aus diesem Grund sind alle Maschinen mit einer autarken Steuerung ausgerüstet.

Nachstehendes Bild zeigt den Touch Screen der HMI eines Compounders. Die ergonomische Gestaltung der Anzeige der Maschinenparameter erlaubt dem Bediener bestmögliche Übersicht und schnelle Änderung von einzelnen Parametern.



Über Reiter können z. B. die aktuellen Temperaturen der Heizzonen, die absolute Abweichung von Soll oder

die prozentuale Abweichung abgerufen werden.

Alle zum Compounder gehörenden Komponenten wie Hauptdosierungen, Seitendosierungen sowie Zahnradpumpe sind dargestellt. Sind alle Parameter wie Drehzahlen, Durchsätze (gegebenenfalls gravimetrisch) vorgegeben, kann der Modus Druck-Drehzahlregelung der Maschine vorgegeben werden.

Wenn alle Fahrbedingungen der Anlage festgelegt sind und das Produkt den Vorgaben entspricht, werden die Extruder und Nachfolgen bei der gegebenen Liniengeschwindigkeit gekoppelt. Das Bild zeigt das Beispiel einer 7-Schicht Kalandieranlage. Über Reiter kann der Bediener jede Maschine innerhalb der Linie anwählen und so von jeder Maschine aus die Parameter jeder Komponente eingeben.



Das Konzept gewährleistet höchsten Bedienkomfort und vermeidet Eingabefehler. Diese entstehen leicht, wenn der Bediener für die Eingabe an jeden einzelnen Extruder herantreten muss. Nach der Koppelung kann die Liniengeschwindigkeit sowohl hoch als auch runter in Form von Rampen geregelt werden. Die übergeordnete Software FECON übernimmt die zentrale Steuerung der Anlage. Diese ermöglicht die Eingabe von „Rezepturen“, was den gesamten Parametersatz, mit dem die Anlage gefahren werden soll, umfasst. Diese werden im System hinterlegt und können jederzeit neu geladen werden. Mit dieser Vorgehensweise wird eine enorme Zeitersparnis erreicht, was die Dokumentation eines Versuches, Versuchswiederholungen und Veränderung von nur einzelnen Anlagenparametern anbetrifft. FECON speichert alle Versuchsdaten ab und bietet umfangreiche Trendanalysen zur Auswertung und graphischen Darstellung der Ergebnisse.

Die Möglichkeit einer Vorheizautomatik erspart wertvolle Versuchs- oder Produktionszeit, da die Linie z. B. über Nacht auf einem niedrigen Temperaturniveau gehalten wird und ausreichend vor Produktionsstart auf das Sollniveau gebracht wird. Sicherheitsvorkehrungen wie Heizstromüberwachung verhindern unkontrollierte Temperaturveränderungen. Sollte – aus welchen Gründen auch immer – eine Zonentemperatur einen maximalen Wert überschreiten, wird die gesamte Anlage abgeschaltet.

HL-EXTRUDER

Die Extruder Typen E20P, E25P, E30P, E45P und E60P sind in der Basisversion bis 400°C und optional bis 500°C ausgelegt.

Sie zeichnen sich durch kompakte Bauweise, Flexibilität und leichte Handhabung aus. Geeignet isolierte Maschinenabdeckungen (Außenwandtemperatur <60°C) schützen den Bediener vor unbeabsichtigten Verbrennungen.

Es stehen verschiedene Antriebskonzepte (AC Induktionsmotor, High Torque Motor) zur Verfügung. Je nach Ausführung sind damit Drehzahlen bis 450min⁻¹ möglich. Die Drehzahlgenauigkeit beträgt bei Induktionsmotoren +/-0,5% und Torquemotoren +/-0,25%. Damit sind sehr niedrige Durchsatzschwankungen auch im unteren Drehzahlbereich garantiert.

Die Maschinen sind für bis zu 415bar Gegendruck ausgelegt. Bei Überschreitung des Wertes wird die Maschine per Software abgeschaltet. Sollte diese Art der Abschaltung versagen, gibt es entsprechend der Normvorgaben eine Hardware-Abschaltung bei 560bar.

Je nach Anwendung werden optimierte Werkstoffe für Schnecken und Zylinder angeboten (detaillierte Datenblätter auf Anfrage). Für HL-Anwendungen werden die Trichter bis 160°C beheizt. Die Einzugszone kann mittels Temperiergerät auf 160°C geheizt werden. Eine entsprechende Verrohrung ist maschinenseitig vorgesehen. Die Zylinderzonen werden mit Hochleistungskeramikbändern geheizt und sind luftgekühlt. Die Regelgenauigkeit der Temperaturen ist besser als +/-3°C.

Es stehen Schneckenlängen von 25L/D und 30L/D zur Verfügung. Für 30mm Schneckendurchmesser gibt es einen Schnellläufer mit Schneckendrehzahlen bis zu 800min⁻¹. Dieser hat eine Schneckenlänge von 35D, damit bei hohen Drehzahlen genügend Verweilzeit zur Verfügung steht.

Bei sehr hohen Forderungen an die Fördergenauigkeit wird eine Hochtemperatur-Zahnradpumpe (Arbeitsbereich bis 390°C) zwischen Extruder und Werkzeug geflanscht. Eine Druck-Drehzahlregelung gewährleistet höchste Fördergenauigkeit bei optimaler Schmelzequalität.

Die Zylinder sind mit glatten oder genuteten Einzugsbuchsen ausgerüstet. Wegen der besonderen Konstruktion kann innerhalb kurzer Zeit von einem System auf das andere umgerüstet werden.



HL-COMPOUNDER



Die Compounder der P Serie (ZK25P, ZK35P) überzeugen durch ihre hohe Drehmomentdichte, welche die Verarbeitung aller hoch viskosen und hoch gefüllten Polymere erlaubt.

Die Maschinen arbeiten mit maximalen Drehzahlen von 1200min^{-1} . In Abhängigkeit der Mischaufgabe (Anzahl Polymere, Additive, etc.) sind Verfahrenslängen von 36D bis 60D möglich. Der modulare Aufbau der Schnecken ermöglicht eine optimale Konfiguration der Verfahrensab-schnitte bezüglich Dosierung von Additiven und Füllstoffen, Mischzonen und Förderzonen.

Die Zylinder sind aus 6L/D langen Elementen zusammengesetzt. Das untere Bild zeigt ein Ausführungsbeispiel eines ZK25P. Die Zylinderelemente werden mit beheizten Klappflanschen verbunden.



Dadurch können sie einfach und schnell an unterschiedlichen Positionen, etwa wenn die Schneckenkonfiguration geändert wurde, angeordnet werden. Sie sind – thermisch getrennt – auf einer Schiene angeordnet, so dass der Zylinder als Ganzes, entweder manuell oder motorisch, aus der Verfahreseinheit herausgezogen werden kann. Ein schnelles Reinigen der Schnecken wird damit ermöglicht.

In der Hochtemperatursausführung werden Zylinder-temperaturen von 500°C erreicht. Damit können bei Prozesstemperaturen von 450°C alle Hochleistungskunststoffe sicher verarbeitet werden. Die Zylinderzonen sind mit leistungsfähigen Keramikheizbändern bestückt und werden wassergekühlt. Temperaturgenauigkeiten von $\pm 3^{\circ}\text{C}$ werden sicher erreicht.

Die thermische Isolierung entspricht der der Einschneckenextruder. Beim Einsatz als Direktextruder kann mittels Hochtemperaturzahnradpumpe Druck-Drehzahlregelung gefahren werden. Dadurch wird die Neigung des gleichläufigen Doppelschneckenextruders zu Durchsatzschwankungen ausgeglichen und die von der Zahnradpumpe vorgegebene hohe Fördergenauigkeit erreicht.

HL-NACHFOLGEN

Hochleistungskunststoffe zeichnen sich durch ihr außerordentliches Leistungsspektrum aus. Einhergehend damit sind allerdings die Materialkosten entsprechend hoch. Das COLLIN Produktspektrum bewegt sich aus diesem Grund in einem weiten Bereich der Durchsatzleistungen. Für die Produktion von Rohren, Flach- und Blasfolien, sowie für laminierte Produkte, insbesondere wenn es sich um Sonderprodukte handelt, stehen entsprechende Nachfolgen bereit.

PEI UND PEEK ROHRE



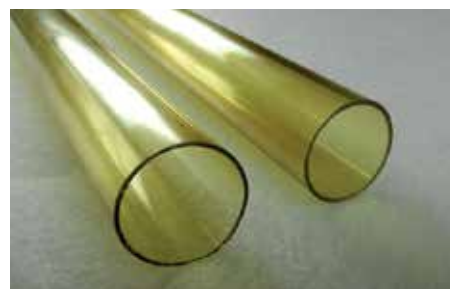
Rohre aus diesen Werkstoffen finden Eingang überall dort, wo Gewichtsreduktion bei anspruchsvollen mechanischen oder chemischen Anforderungen eine ständige Herausforderung bildet /5/.

Die Anlage für Rohre im Durchmesser bis 25mm und einer Wanddicke von 0,5mm besteht in ihrem Kern aus einer zweistufigen Vakuum-Trockenkalibrierung (siehe Abbildung, zur Verfügung gestellt von ILK Dresden). Jede Kalibriereinheit kann separat öltemperiert (bis zu 250°C) werden. Diese Technologie erlaubt, sehr eigenspannungsarme Rohre herzustellen. Der Trockenkalibrierung folgt ein Wasserbad zur vollständigen Abkühlung der Rohre.

Eine Besonderheit der Anlage besteht in ihrer Steuerung. Mit Hilfe dieser können präzise Rohre hergestellt werden, deren Wandstärke in

Extrusionsrichtung gezielt und mit hoher Wiederholgenauigkeit variiert. Die Intention war, dass in Flugzeugen aus Gewichtsgründen möglichst dünnwandige Rohre für Wasser und Luftversorgung verbaut werden. Für die Verlegung werden die Rohre gebogen, was bei kleiner Wandstärke am Außenradius der Biegung Schwachstellen entstehen lässt. Das wird ausgeglichen durch die gezielte Wandstärken-Erhöhung in diesem Bereich. Die Wanddicke konnte auf einer Länge bis runter auf 200mm zwischen 0,5mm und 1mm bei gleichzeitiger Einhaltung der geforderten Toleranzen variiert werden.

Die Liniengeschwindigkeit bei diesen Produkten (materialabhängig) reicht bis 3m/min. Die Abbildung zeigt zwei PEI Rohre. Diese zeichnen sich durch hochwertige Innen- und Außenoberflächen aus. Bemerkenswert ist auch die exzellente Transparenz und präzise Maßhaltigkeit von Durchmesser und Wandstärke.



PEEK, LCP – FLACHFOLIE

Der abgebildete Kalandrier basiert auf der bewährten COLLIN Walzwerktechnologie. In diesem Fall beträgt die Arbeitsbreite 400mm (weitere Breiten auf Anfrage) mit Walzendurchmesser 150mm. Verschiedene Oberflächenbeschichtungen können optional ausgewählt werden. Er ist ausgerüstet mit zwei Hilfswalzen, welche es erlauben, die Verweilzeit auf den beiden Hauptwalzen zu verändern. Hieraus resultieren zusätzliche Parameter, mit denen die Folieneigenschaften gezielt beeinflusst werden können.

Mittels Öltemperierung kann jede Walze mit einer individuellen Oberflächentemperatur bis 250°C betrieben werden.

Die maximale Drehzahl der Walzen beträgt 50min^{-1} , was einer Liniengeschwindigkeit von 23m/min entspricht. Die Lagerkräfte an den Hauptwalzen betragen auf jeder Seite 80kN. Es sind Drehmomente an jeder Walze bis 600Nm installiert.

Eine motorische Feinjustierung erlaubt eine präzise Spalteinstellung von $20\mu\text{m}$ bis $3000\mu\text{m}$. Zum Ausgleich des Lagerspiels ist eine hydraulische Walzenvorspannung vorgesehen. Zusätzlich werden die Drehmomente an den Hauptwalzen und die Spaltkräfte gemessen.



PEEK, PEI, LCP – BLASFOLIE

Auf den speziell für HL ausgerüsteten Blasanlagen können alle HL Materialien problemlos und mit eng tolerierten Wändicken gefahren werden. Um dies zu erreichen, weisen diese Anlagen einige Besonderheiten auf.

Bei der Düse handelt es sich um eine sogenannte gegenläufig rotierende Düse. Der Kühlring und die gesamte Kühlluftführung sind modifiziert, so dass er mit Kühllufttemperaturen bis 250°C betrieben werden kann.

Kalibrierung und Flachlegung sind thermisch so optimiert, dass eine gezielte Abkühlgeschwindigkeit bis zu den Abzugswalzen eingestellt



werden kann. Die Abzugswalzen werden wassertemperiert bis zu 90°C. Nur so ist es möglich, faltenfreie Folien zu produzieren.

Mit ausgewählten Materialien ist eine Foliendicke von ca. 10µm erreichbar.

GEGENLÄUFIG ROTIERENDE DÜSE FÜR HL-BLASFOLIEN

Diese innovative Technik für LCP-Blasfolien wurde bei COLLIN bereits vor ca. 10 Jahren an einem Prototyp erprobt.



Die langjährigen Erfahrungen führten zu einem heute ausgereiften Düsenkonzept, welches eine mannigfaltige Beeinflussung der Orientierungen und damit der mechanischen Eigenschaften der Folie ermöglicht. Bei Materialien mit ausgeprägten Orientierungsverhalten in Extrusionsrichtung kann das für ein hochwertiges Produkt von entscheidender Bedeutung sein.

Hierzu zählt besonders LCP, welches auf Grund der extremen Orientierung in Extrusionsrichtung enorme Festigkeitswerte erzielt, quer dazu allerdings nahezu keinerlei Festigkeit aufweist. Eine zusätzliche Querkomponente der Orientierung wird in der Düse dadurch erreicht, dass Dorn und Mundstück rotieren.

Dorn und Mundstück sind mit jeweils einem Antrieb versehen, so dass Gegenlauf oder Gleichlauf eingestellt werden können.

Dabei können Drehzahlen zwischen 0min⁻¹ und 30min⁻¹ stufenlos gewählt werden. Die zusätzliche Orientierung wird im unteren Bild sichtbar.



DIREKT KASCHIERUNG VON HL-VERBUNDFOLIEN



Bei der Herstellung von Leiterplatten ist zwischen polymerem Träger und Kupferfolie sehr hohe Haftfestigkeit gefordert. Wegen seiner relativ geringen Wärmedehnung wird LCP als Trägermaterial bevorzugt. Es werden aber auch PEI und PEEK eingesetzt /6/. Um die notwendige Haftfestigkeit zwischen Metallfolie und LCP zu erreichen, sind in der Cu-Folie Temperaturen von 350°C und relativ lange Verweilzeiten unter Druck erforderlich. Insbesondere die Forderung nach der Verweilzeit macht es unmöglich, dies in einem Walzenspalt zu erreichen. Aus diesem Grund wurde eine innovative Kaschier Technik entwickelt.

Das Kaschiermodul, das aus einem Ober- und Unterteil besteht, ist in einen stabilen, feststehenden Stahlrahmen integriert. Sowohl Ober- und Unterteil sind beheizt, Heiztemperatur 450°C. Ober- und Unterteil sind schwenkbar und verschiebbar gelagert. So kann das Kaschiermodul auf die verfahrenstechnischen Anforderungen, z.B. Abstand zur Düse, eingestellt werden.

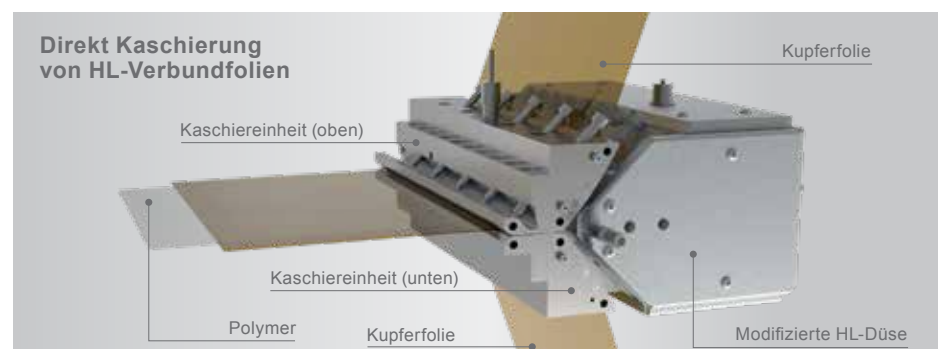
Eine Hydraulik gewährleistet das Öffnen und Schließen der beiden Kaschiermodulteile und hält das Kaschiermodul gegen die verfahrenstechnischen Kräfte, Spalt- und Zugkräfte, via einstellbaren Anschlag, geschlossen.

Max. Hydraulikdrücke / Schließkräfte: 150bar/11000N pro Zylinder sind installiert.

Das Herz der Anlage ist die Kaschiereinheit, die unmittelbar an die HL-Düse (bis 450°C) anschließt. Sie besteht aus zwei elektrisch beheizten Backen, welche den Kaschierspalt bilden. Über Stellschrauben kann der Spalt genau eingestellt werden. Die Kupferfolien oben und unten werden mit definierter,

geregelter Zugkraft über die schrägen Einlaufbereiche in den Spalt geführt. Hierbei werden sie auf die erforderliche Temperatur bis 450°C erwärmt. Im horizontalen Spalt werden dann Polymer und Folien zusammengeführt. Über Spaltlänge und Liniengeschwindigkeit wird die geforderte Verweilzeit (Haftfestigkeit) erzielt. Bei der Prüfung der Haftfestigkeit zeigte sich, dass die Proben im Polymer versagten. Das bedeutet, dass die Haftfestigkeit größer ist als die Festigkeit des Polymers. Diese Technologie wurde auch bei der Herstellung von Organoblechen erfolgreich angewendet.

/6/ Bayrische Forschungsförderung
Abschluss Bericht AZ-991-11
Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe, Universität Bayreuth
Berichtszeitraum 2012 - 2015



RECKEN VON HL-FOLIEN



Wie bei allen polymeren Werkstoffen lassen sich auch Hochleistungskunststoffe in ihrem Leistungsspektrum durch das Recken gezielt anpassen.

So wird z. B. durch Verstrecken von PTFE-Folien eine definierte Porosität für die Herstellung von Filtermembranen erzeugt.



Die Reckanlage ist senkrecht aufgebaut (Minimierung Platzbedarf) und kann optional mit einer Infrarot-Vorheizstrecke ausgerüstet sein.

Die Maschine besitzt eine Vorheizstrecke (3 Walzen mit Ø144mm), Reckspalt1 (4 Walzen), Fixierung (2 Walzen), Reckspalt2 (4 Walzen), Kühlstrecke (3 Walzen). Vorheizung und Reckbereiche sind öltemperiert bis 300°C Öltemperatur. Damit werden Walzenoberflächentemperaturen bis 280°C möglich. Die Arbeitsbreite auf den Walzen reicht bis zu maximal 1000mm.

Alle Stahlwalzen sind hart verchromt und poliert. Die Walzen in den Reckeinheiten sind spiegelpoliert. Damit wird sichergestellt, dass auch zum Gleiten neigende Materialien auf der Walze haften und ein Recken mit minimalem Neck-In erzielbar ist. Eingangsgeschwindigkeiten von 1m/min bis 20m/min und Ausgangs-

geschwindigkeiten von 10m/min bis 100m/min erlauben Reckverhältnisse, welche bis an die Versagensgrenze der Materialien heranreichen. Somit kann das Reckverhalten der Materialien optimal ausgetestet werden.

Die Reckspalte können motorisch von 0,2mm bis 10mm eingestellt werden (auch im Betriebszustand). Aufgrund der Geschwindigkeitsbereiche wird die Reckanlage überwiegend in Linie mit einer Flachfolienanlage betrieben. Die obere Abbildung zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Flachfolienanlage.

Wegen der autarken Steuerung ist auch ein offline Betrieb der MDO möglich.

MULTIFILAMENTE PEEK, LCP, PPS



Die bewährte COLLIN Multifilament-Anlage CMF wurde für Hochleistungskunststoffe modifiziert. Die Anlage besteht aus drei verfahrenstechnischen Abschnitten. Diese sind der Extrusionsteil, der Kühlschacht und die Reckeinheit. Die Filamente werden nach der Düse senkrecht in den Kühlschacht nach unten geführt. Dort werden sie von einer laminaren Luftströmung angeblasen. Die Strömungsgeschwindigkeit ist stufenlos einstellbar, um die optimale Balance zwischen Kühlung und Faserverlauf im Schacht zu erreichen. Ein vorgeschaltetes Heizregister liefert Lufttemperaturen bis 250°C.

Eine luftgelagerte Umlenkrolle führt das Faserbündel in die Reckeinheit. Diese besteht aus 4 einzeln angetriebenen Galetten (Ø127mm, Arbeitsbreite 150mm). Diese sind induktiv beheizt und erreichen Oberflächentemperaturen von 280°C.

Das untenstehende Bild stellt die innerhalb der äußeren Maschinenabdeckung thermisch isolierten Galetten im Einzelnen dar. Man erkennt die zusätzliche Glaseinhausung der Galetten (im Bild bei geöffneter, vorderer Abdeckung). Den Galetten folgt zum Annealen der Fäden ein Heizblock, welcher bis 350°C betrieben werden kann.

Die Geschwindigkeit der Galetten kann individuell zwischen 80m/min und 800m/min gewählt werden. Der Arbeitsraum ist so gekapselt, dass er einerseits für den Bediener gut einsehbar ist, aber das Eindringen von Staub und ähnlichen Verschmutzungen so weit wie möglich ausgeschlossen ist.



STRANGEXTRUSION FÜR 3D DRUCK



3D Druck ist die technische Innovation, welche das Potential hat, die gesamte industrielle Fertigung völlig zu revolutionieren.

Mit dieser Technik sind Bauteilgeometrien machbar, welche mit bisherigen Prozessen nur sehr aufwendig oder gar nicht herstellbar sind. Besonders wirtschaftlich zeigt sich der 3D Druck bei der Kleinserienfertigung.

Das zweite Bild stellt eine Anlage dar, welche Liniengeschwindigkeiten bis 100m/min erreicht. Sie zeichnet sich durch ihre kompakte Bauweise aus. Sie besteht aus einem Einschnckenextruder Typ E25P, mit direkt angeflanschter aber wegschwenkbarer Schmelzepumpe, einem Kühlbad, in welchem das Filament senkrecht nach unten und senkrecht nach oben herausgeführt wird. Daraus resultiert bei minimalem Platzbedarf eine ausreichend lange Kühlstrecke. Das Ergebnis sind 3D Filamente mit 1,75mm oder 2,85mm Durchmesser in Produktionsqualität. Damit erweisen sich diese Anlagen als ideal für Materialentwicklung und Kleinstserienfertigung. Die optionale Schmelzepumpe gewährleistet dabei die maximal mögliche Förderkonstanz der Schmelze.



Die dritte Abbildung zeigt die gleiche Nachfolge wie im oberen Bild. Allerdings wird diese von einem Compounder Typ ZK25P und als Coextrusionsausführung von einem 20mm Einschnckenextruder beschickt. Auch diese Linie erreicht 100m/min. Die Ausstattung mit einem Compounder und Coextruder eröffnet vielfältigste Möglichkeiten was Materialvariationen und Filamentstrukturen anbetrifft. Dieser Anlagentyp eignet sich deshalb besonders für Produktentwicklung, ist aber auch für Pilot- und Kleinserienfertigung zu verwenden.



Die erste Abbildung stellt die Konfiguration mit den gleichen kompakten Komponenten dar, allerdings ergänzt um einen hochpräzisen Bandabzug und eine Laserdurchmesser-erfassung. Diese Kombination ermöglicht eine automatische Durchmesserregelung des Stranges und ist damit ideal für die Produktion konstant, qualitativ hochwertiger Stränge.

Corné Verstraten
CSO / Joint Partner NGA Next Generation Analytics GmbH
CSO / Joint Partner COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH



KOMMENTAR

Vorsprung an Kunden weitergeben

Seit mehr als 20 Jahren beschäftigt sich COLLIN bereits mit der momentan am Markt immer stärker nachgefragten Thematik der Hochtemperatur- und Hochleistungsfolien. Letztere wurden damals bereits mit einer Dicke kleiner als 10µm auf unseren Anlagen entwickelt und so für ein Upscaling auf Produktionsanlagen vorbereitet.

Das über die Jahrzehnte gesammelte, umfangreiche Know-how, die Entwicklungstiefe unserer Anlagen und die vielen Erfahrungswerte schaffen uns einen Vorsprung, den wir an unsere Kunden weitergeben.

Rasante Entwicklungen am asiatischen Markt

Der Trend hin zum Hightech-Kunststoff zeichnet sich in den letzten Jahren immer mehr ab. Weltweite Anfragen für Verarbeitungs- bzw. Fertigungslösungen im Bereich Hochleistungsthermoplaste nehmen zu. Dank unserer jahrelangen Erfahrung

konnten wir unsere Expertise schon bei zahlreichen Projekten – vor allem in Asien – einsetzen. Die rasante Entwicklung am Elektronik- sowie IT-Sektor macht es dort für unsere Kunden notwendig, Produktkomponenten permanent zu optimieren – sei es der Akku oder die Antenne eines Mobiltelefons oder auch die Gesamtpformance ihrer Produkte zu steigern, etwa für den 5G-Ausbau.

Ganz aktuell konnten wir eine Hochleistungs-Extrusionsanlage mit einer MDO in Korea in Betrieb nehmen. Von großer Bedeutung sind diese Speziallösungen ebenso für den Flugzeugbau – beispielsweise für die Herstellung von Rohren für die Wasserversorgung.

Hochleistungs-Filamente für 3D Druck

Großes Wachstum verzeichnet auch der 3D Druck Markt, die Anforderungen steigen hier vor allem materialseitig. So liefern wir unseren Kunden

Maschinen oder ganze Linien für die Verarbeitung von PEEK, PPS, PSU oder PEI.

COLLIN 3D Filament- und Stranganlagen können flexibel, der jeweiligen Kundenanforderung entsprechend, aus verschiedenen Maschinenelementen zusammengestellt werden. Unsere Industriekunden aus dem automobilen Bereich, der Luftfahrt oder Unternehmen der Medizintechnik nutzen 3D Anwendungen für Designentwicklung, funktionales Prototyping, die Produktion von kleinen Chargen, Prothesen bzw. ästhetische Anwendungen.

Fokus Anlagen der Zukunft

Das COLLIN Team arbeitet permanent an der Optimierung unserer Lösungen für unsere Kunden, um entsprechend unserem Slogan „Solutions for tomorrow“ schon heute die Anlagen der Zukunft zu liefern.



Dr.-Ing. Franz Grajewski
Chefredakteur

Franz Grajewski studierte an der RWTH-Aachen Maschinenbau mit Schwerpunkt Energietechnik. Im Anschluss war er vier Jahre als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Kunststoffverarbeitung der RWTH-Aachen tätig und leitete dort die Arbeitsgruppe Kautschukaufbereitung. Er promovierte mit einem Beitrag zur Prozessanalyse und Scale Up an Innenmischern für die Kautschukaufbereitung.

Nach der Promotion war Grajewski 11 Jahre in verschiedenen Führungspositionen bei Alcatel Kabelmetal hauptsächlich mit der Entwicklung von Produkten und den dafür benötigten Herstellprozessen für die Kabelverbindungstechnik beschäftigt.

Der weitere Weg führte zu Krauss Maffei Extrusionstechnik. Dort zeichnete er 10 Jahre maßgeblich für die Optimierung und Neuentwicklung von Anlagen sowie Prozessen für Rohr-, Platten- und Profilproduktion verantwortlich.

Von 2007 bis 2019 war Dr.-Ing. Franz Grajewski bei COLLIN Lab & Pilot Solutions für die Verfahrenstechnik zuständig.

Impressum: Für den Inhalt verantwortlich: COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH, Gewerbestrasse 11, 83558 Maitenbeth, Deutschland.
Chefredaktion: Dr.-Ing. Franz Grajewski; Konzeption, Layout, Renderings: Grafik-Buero Gratzner, www.grafik-buero.at; Konzeption
Redaktion: Dipl.-Ing. Ernst Ludwig, Dr. Isabella Pichler, www.pichler-pr.at; Fotos, Renderings: © COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik ILK Dresden, Foto Flamm, Grafik-Buero Gratzner; Druck- und Satzfehler, technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

© COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Allgemeine Geschäfts- und Lieferbedingungen auf www.collin-solutions.com

COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH

Gewerbestrasse 11
83558 Maitenbeth, Deutschland
T: +49 (0) 8076 / 27 40-0, info@collin-solutions.com



GPS:
48°15'76.5"N
12°10'68.3"E

NGA Next Generation Analytics, Inc.

5126 S Royal Atlanta Dr.
Tucker, GA 30084, USA
T: +1 (678) 325-6708

GPS:
33°85'58.27"N
-84°18'00.48"W

Stay connected with
#collinsolutions

