

COLLIN TECHNEWS



COLLIN - TECHNOLOGIE MAGAZIN

ÜBER 50 JAHRE
KNOW-HOW

EXTRUSIONS-
DÜSENTECHNIK

BREITSCHLITZDÜSEN &
COEXTRUSIONS
FEEDBLÖCKE

50
YEARS

SOLUTIONS FOR
TOMORROW

NGA GROUP
PLASTIC SOLUTIONS WORLDWIDE

EDITORIAL



DI Dr. Friedrich Kastner
CEO / Managing Partner
COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH



Corné Verstraten
CSO / Joint Partner
COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH

Liebe Leserinnen! Liebe Leser!

2022 durften wir auf 5 Jahrzehnte Erfahrung und Know-how zurückblicken, einen sehr erfolgreichen Auftritt auf der K 2022 über die Bühne bringen und gehen gestärkt als Gruppe in die nächsten Jahre.

Gegründet als Einzelunternehmen 1972 ist COLLIN heute ein weltweit etablierter, mittelständischer Vorreiter in Sachen Extrusions-Maschinenbau.

Um unseren Erfolgsweg weiterzugehen, haben wir die NGA Gruppe gegründet – ein strategisches Netzwerk rund um den Globus, mit dem wir unterschiedlichste Themen und Märkte abdecken.

Dieses Netzwerk besteht neben COLLIN aus der deutschen Schwesterfirma BritAS Recycling-Anlagen, der österreichischen COMELT, einer NGA-Niederlassung in Indien und in Singapur sowie unserem Standort in den USA.

Außerdem können wir auf unsere rund 40 Vertretungen weltweit zählen.

Unsere Expertise umfasst Extrusionswerkzeuge und damit ebenso Extrusionsdüsenteknik – von Fließberechnungen über Düsendesign bis zur Herstellung von Breitschlitzdüsen und Coextrusions Feedblock-Systemen. Unsere Fertigungs-Kompetenz dafür haben wir bei der COMELT in Österreich gebündelt. Lesen Sie mehr dazu in den TECHNEWS.

Friedrich Kastner, Corné Verstraten

INHALTSVERZEICHNIS

COLLIN LAB & PILOT SOLUTIONS VOLLER ELAN IN DIE NÄCHSTEN 50 JAHRE..... 3

EXTRUSIONSDÜSENTECHNIK – DER COLLIN LAB & PILOT SOLUTIONS..... 5

Anforderungen an Extrusionswerkzeuge 6

Übersicht der unterschiedlichen Werkzeugtypen 7

Viskoelastische Effekte am Düsenaustritt 9

Berechnungsbeispiele für Werkzeuge 10

Gegenläufig rotierende Düse für Blasfolien..... 12

BREITSCHLITZDÜSEN UND COEXTRUSIONS FEEDLÖCKE 13

Optimales Strömungsverhalten durch individuelles Düsenkanal-design 13

Maximierung der Maschinenlaufzeiten und der Produktivität .. 15

Neue, innovative und nachhaltige Produkte..... 17




COLLIN LAB & PILOT SOLUTIONS VOLLER ELAN IN DIE NÄCHSTEN 50 JAHRE

Als Einzelunternehmen 1972 gegründet, ist COLLIN Lab & Pilot Solutions heute ein weltweit agierender Premiumanbieter von Pilot- und Laboranlagen für die kunststoffverarbeitende Industrie, die Medizintechnik, die Pharmabranche oder auch für Forschungseinrichtungen u.v.m. Mit mehr als 135 Mitarbeitern, über 35 Vertretungen rund um den Globus und einer Exportquote von 85% gilt das bayrische Unternehmen als Vorreiter in Sachen Extrusion. Als Teil der NGA Unternehmensgruppe mit Standorten in Deutschland, Österreich, den USA, Indien und Singapur ist COLLIN im Verbund noch stärker.

Das COLLIN Team feiert im letzten Geschäftsjahr das 50-jährige Jubiläum des Unternehmens. 1972 von Dr. Heinrich Collin unter dem Firmennamen Dr. Collin Systementwicklung gegründet, konnte noch im selben Jahr das erste Patent für Kalender-Baukastensysteme angemeldet werden. „Das war der Startschuss für die erfolgreiche Geschichte, rasch erfolgte eine Erweiterung des Produktprogramms hin zu Walzwerken, Pressen, Einschneckenextrudern und Compoundern“, erklären DI Dr. Friedrich Kastner, CEO / Managing Partner COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH und Corné Verstraten, CSO / Joint Partner COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH.



 3.1 Collin Firmengebäude Ebersberg 1982

Neubau in Ebersberg mit Montage, Versuchshalle und Labor

Nächste Meilensteine bestanden 1982 mit der Übersiedlung nach Ebersberg in eine neu errichtete Montagehalle, gefolgt vom Bau eines Verwaltungsgebäudes sowie einer Versuchshalle samt Labor 1994. „Dieser Neubau, der stete Ausbau des Know-hows und damit in Folge des Produktspektrums waren wesentlich, um die Marke COLLIN in ersten Schritten zu formen“, so Dr. Kastner.

Erweiterung Produktportfolio & Start der Sparte Medizintechnik

„Die laufende Erweiterung des Angebots umfasste Co-Extrusionsanlagen, Blasanlagen und in Richtung Medizintechnik die erste Linie für die Produktion von Katheterschläuchen im Jahr 1993. Das zeigt, dass unser Team jahrzehntelange Erfahrung auf diesem Gebiet hat“, erläutert Corné Verstraten. Es folgten der erste Pharmakalender für die Herstellung von Tabletten und die Vorstellung der Teach Line Serie – Tischmaschinen, die vor allem Versuchen und der Aus- bzw. Weiterbildung dienen. 2004 präsentierte das Unternehmen einen 9-Schicht-Feedblock für Flachfolien, 2007 die erste Blasfolienanlage mit Wendestangensystem sowie eine rotierende Blasfoliendüse und 2008 eine Pilotanlage für monoaxial verstreckte Folien – um nur einige Beispiele zu nennen.

Übernahme der Dr. Collin durch die NGA Next Generation Analytics

Ein wichtiger Meilenstein für die Zukunft von Collin war 2014 – damals übernahm die österreichische NGA Next Generation Analytics GmbH mit den Anteilseignern Dr. Kastner GmbH, Corné Verstraten sowie der NGH Next Generation Holding GmbH mit Sitz in Feldkirchen die Dr. Collin GmbH. Anfang 2017 konnten dann Dr. Friedrich Kastner, Corné Verstraten gemeinsam mit Mag. Dr. Andreas Szigmund, Vorstandsvorsitzender der Invest AG, den Vertrag zur Mehrheitsübernahme der NGA Next Generation Analytics GmbH unterzeichnen,



4.1 Collin Castanlage Ende der 70er Jahre



4.2 Neue Hauptniederlassung in Maitenbeth seit 2019



4.3 LAB LINE Flachfolienanlagen mit drei Walzen

drei Jahre danach übernahm die Dr. Kastner GmbH schließlich die Anteile der Invest AG. Die NGA hält je 100% an COLLIN sowie an der Schwesterfirma BritAS GmbH.

Seit der Übernahme von COLLIN schafften es DI Dr. Friedrich Kastner und Corné Verstraten, das Unternehmen in sämtlichen Bereichen umfangreich weiterzuentwickeln: „Eines unserer Ziele war, die Potenziale und fachlichen Kompetenzen des Teams gemeinsam in die richtigen Bahnen zu lenken. Daraus ergaben sich zum Beispiel unsere Produktbereiche PILOT LINE, LAB LINE, MEDICAL LINE oder auch die POLYTEST LINE. Außerdem konnten wir ein weltumspannendes Vertriebsnetz mit über 35 Vertretungen und eigenen Niederlassungen in den USA, in Singapur sowie Indien etablieren, die Marke international weiter stärken – und als ebenso großes Ziel, an einen neuen Standort übersiedeln.“

Neubau der Hauptniederlassung 2018 in Maitenbeth – Umfirmierung

Zum Jahreswechsel 2019 war es soweit, das COLLIN Team übersiedelte in die neue Hauptniederlassung im bayrischen Maitenbeth – ein gebäudeseitiges Statement, das den Esprit des COLLIN Teams spiegelt. Auf dem über 25.000 m² großen Grundstück wurden in der ersten Phase auf rd. 15.000 m² das neue Bürogebäude mit 2.500 m² Fläche und ein über 4.000 m² großes Produktionsgebäude errichtet. Im Frühjahr 2019 fand eine gelungene Eröffnungswoche des Werkes statt. Parallel wurde die Dr. Collin GmbH in die COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH umfirmiert.

Mit Innovationskraft und Fertigungstiefe – zu einem unverwechselbaren Produktprogramm

COLLIN setzt als Premiumanbieter weltweit technische und qualitative Maßstäbe – zahlreiche Innovationen der letzten Jahre unterstreichen das. Im Rahmen der Produktlinien TEACH LINE, LAB LINE, PILOT LINE, MEDICAL LINE sowie POLYTEST LINE entwickelt COLLIN individuelle Lösungen – Plattenpressen,

Walzwerke, Kalander, Extruder, Compounder, Mono- oder Coextrusionsanlagen, Druckfiltertests, Rheometer oder optische Inspektionssysteme. „Zu unseren Kunden zählen heute zum Beispiel die kunststoffverarbeitende Industrie, Universitäten, Labore, Wissenschaftsinstitute, der automobile Sektor, die Luftfahrt, Medizintechnik und Pharmabranche oder auch Batteriehersteller. COLLIN Maschinen oder ganze Linien kommen in der Entwicklung sowie Herstellung von Kunststoffprodukten, bei Materialuntersuchungen, Testreihen bis hin zu Pilotversuchen, die ein Up-Scale auf Produktionsmaßstab erlauben, zum Einsatz. Egal ob Infusionsschläuche, Tabletten, 3D Stränge, Lebensmittelverpackungen oder Bügelperlen – COLLIN liefert die passenden Hightech-Lösungen dazu. Dieses umfassende Produktprogramm macht COLLIN aus und macht uns unverwechselbar“, erklärt Dr. Kastner.

Im Verbund – Gründung einer Unternehmensgruppe mit Zukunftsblick

Parallel zur Weiterentwicklung von COLLIN auf allen Ebenen, haben DI Dr. Friedrich Kastner und Corné Verstraten auch die NGA Next Generation Analytics voran gebracht und neben der Schwesterfirma BritAS Recycling-Anlagen GmbH weitere Unternehmen in den Verbund geholt. „Um uns gut für die Zukunft aufzustellen, haben wir die NGA Gruppe gegründet – eine Entscheidung, um am Weltmarkt immer vorne am Ball zu bleiben. So konnten wir uns in den letzten zwei Jahren an der österreichischen COMELT GmbH beteiligen, eine Niederlassung in Indien und Singapur gründen. Den COLLIN Standort in den USA haben wir kürzlich um unsere Marken BritAS und COMELT erweitert“, freuen sich Dr. Kastner und Verstraten.

NGA Gruppe – noch stärker in die nächsten 50 Jahre

Mit der NGA Gruppe als strategisch ideal ausgerichtetes Netzwerk rund um die Welt, dem tiefgreifenden Know-how, dem konstanten Blick über den Tellerrand hinaus steuert COLLIN noch stärker in die nächsten Jahre.

EXTRUSIONSDÜSENTECHNIK – DER COLLIN LAB & PILOT SOLUTIONS

Vielfalt der Extrusionsprodukte erfordert Vielfalt der Extrusionswerkzeuge

Die Vielfalt extrudierter Stränge bei COLLIN Lab & Pilot Solutions besteht aus

- ▶ Rohre, Aussendurchmesserbereich <1mm bis >70mm
- ▶ Profile
- ▶ Schläuche für medizinische Anwendungen (Ø <0,5mm bis >10mm)
- ▶ Blasfolien, Flachlegebreite <50mm bis >800mm
- ▶ Fasern und Stränge für z. B. 3D-Druck oder medizinische Anwendungen (Verhütungsringe)

Neben der Strangextrusion decken die Extrusionswerkzeuge von COLLIN Lab & Pilot Solutions das gesamte Spektrum für Flachfolien und Platten bis zu einer Breite von 1000mm ab.

Auf den Anlagen von COLLIN Lab & Pilot Solutions kann das gesamte Spektrum der Hochleistungsthermoplaste, TPE, TPU, Polyolefine, Metallocene und viele mehr verarbeitet werden. Hierfür steht eine große Auswahl von Extrudertypen, Schnecken-Geometrien und Nachfolgen zur Verfügung. Dies eröffnet Kunden eine breite Palette an Entwicklungsmöglichkeiten für neue Produkte aber auch für die Produktion hochwertiger Extrusionsprodukte. Hierfür steht auch ein hervorragend ausgestattetes Technikum mit einer verfahrenstechnisch sehr erfahrenen Mannschaft bei COLLIN Lab & Pilot Solutions zur Verfügung.

Die ursprüngliche Intention des Unternehmens waren Konstruktion und Produktion von Labormaschinen für die Kunststoffverarbeitung. Dies hat sich in den letzten 10 Jahren deutlich in Richtung Produktionsanlagen für Medizinprodukte bzw. Pilotanlagen für die Abmusterung neu entwickelter Produkte verschoben. Das geht einher mit der Erfüllung enger Toleranzforderungen, im medizintechnischen Bereich bis zu ±10µm.

In diesem Umfeld ist das Extrusionswerkzeug ein zentrales Anlagenelement, welches für die Qualität des Endproduktes höchste Priorität hat. Aus diesem Grund steht die Beschäftigung mit der Auslegung von Extrusionswerkzeugen im Fokus der Entwicklungen.

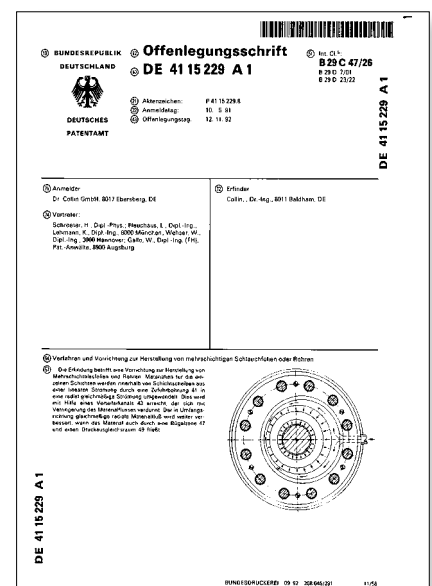
Bereits 1991 hat der Unternehmensgründer Dr. Ing. Heinrich Collin ein Patent für eine Coextrusionsdüse angemeldet /1/. Es war die Erfindung des Radialwendelverteilers, ausgeführt in Plattenbauweise. Diese Bauform zeichnet sich aus durch

- ▶ Schneller Wechsel der Anzahl der Schichten
- ▶ Kurze Verweilzeiten
- ▶ Schnelle Materialwechsel

Dieser Werkzeugtyp hat sich mittlerweile weitgehend durchgesetzt.



Autor: Dr.-Ing. Franz Grajewski



5.1 Offenlegungsschrift Plattenwendelverteiler

Geschah die Auslegung in früheren Jahren hauptsächlich rein empirisch (sehr zeitaufwendig), so stehen heute moderne Berechnungsmethoden wie FEM (Finite Elemente Methode) zur Verfügung. Diese erlauben präzise Fließkanalberechnungen und führen sehr schnell zu Ergebnissen für die unterschiedlichsten Endprodukte. Ein eigener Werkzeugbau, welcher bei der Tochterfirma COMELT angesiedelt ist, macht COLLIN Lab & Pilot Solutions zu einem Premiumanbieter für Extrusionstechnologie. Neben den Düsen für COLLIN werden dort auch Produktionsdüsen angeboten und produziert.

Anforderungen an Extrusionswerkzeuge

Wie eingangs schon erwähnt, ist die Bedeutung des Werkzeuges für die Qualität des Endproduktes entscheidend. Dementsprechend ist die Vielfalt an Anforderungen groß. In /2/ wird in „Produktspezifische Anforderungen“, „Produktionstechnische Anforderungen“ und „Konstruktive, betriebstechnische Anforderungen“ unterschieden. In Anlehnung an /2/ sind diese im Einzelnen:

Produktspezifische Anforderungen

- ▶ Konstante Austrittsgeschwindigkeit über den Querschnitt (gleichmäßige Dickenverteilung)
- ▶ Einhaltung der mechanischen Materialkennwerte (niedrige Scherung)
- ▶ Molekülorientierungen, diese beeinflussen das Schwellverhalten am Austritt (Dickenverteilung)
- ▶ Fließnähte vermeiden (mechanische Festigkeit)

Produktionstechnische Anforderungen

- ▶ Große Bandbreite an Materialien
- ▶ Minimale Verweilzeiten und enges Verweilzeitspektrum
- ▶ Schneller Material- und / oder Farbwechsel
- ▶ Niedrige Druckverluste
- ▶ Hohe Standzeiten

Konstruktive, betriebstechnische Anforderungen

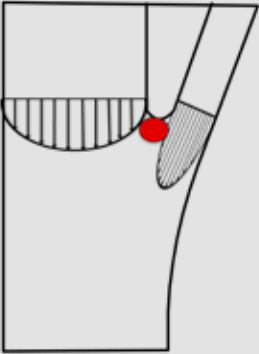
- ▶ Leichte, schnelle Demontage und Reinigung
- ▶ Dichtheit in allen Trennebenen gegen den zulässigen maximalen Druck
- ▶ Erforderlicher Innendurchmesser für die Durchführung von Ummantelungsquerschnitten und Luftzufuhr
- ▶ Zentriermöglichkeiten und Spaltverstellung
- ▶ Homogene Temperaturverteilung entlang des gesamten Schmelzestromes
- ▶ Vermeidung von Totzonen
- ▶ Erweiterung durch Zusatzteile (Anzahl von Schichten)
- ▶ Niedrige Herstell- und Betriebskosten

Anforderungen bei der Coextrusion

Die komplexen Anforderungsprofile der Endprodukte sind mit einem Material fast nie zu erfüllen (Barriere, Haptik außen, Optik, Recyclat in der Mitte, Peeling, Wiederverschließbarkeit, Verschweißbarkeit, etc.). Dies kann nur mittels Coextrusion der unterschiedlichsten Materialien erreicht werden. Daraus ergeben sich zusätzliche Anforderungen an Coextrusionswerkzeuge.

- ▶ Große Variationsbandbreite bezüglich Materialien und Schichtdickenverteilungen
- ▶ Vermeiden von Grenzschichtinstabilitäten
- ▶ Sehr dünne Haftvermittlerschichten und Barrierschichten (2µm bis 4µm) aus Kostengründen
- ▶ Temperaturen für Einzelschichten individuell einstellbar (Isolation)
- ▶ Große Durchsatzunterschiede in den Einzelschichten

Der kritische Bereich in jeder Coextrusionsdüse ist der Bereich des Zusammenflusses zweier Schichtströmungen. Abb. 7.1 zeigt schematisch die Zusammenhänge und die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen.



v1, v2 unterschiedlich

- ▶ Führt zu Dehnungen in der Grenzschicht
- ▶ Schubspannungsunterschiede
- ▶ Beides führt zur Instabilität in der Grenzschicht

Einfluss Möglichkeiten, v1 = v2

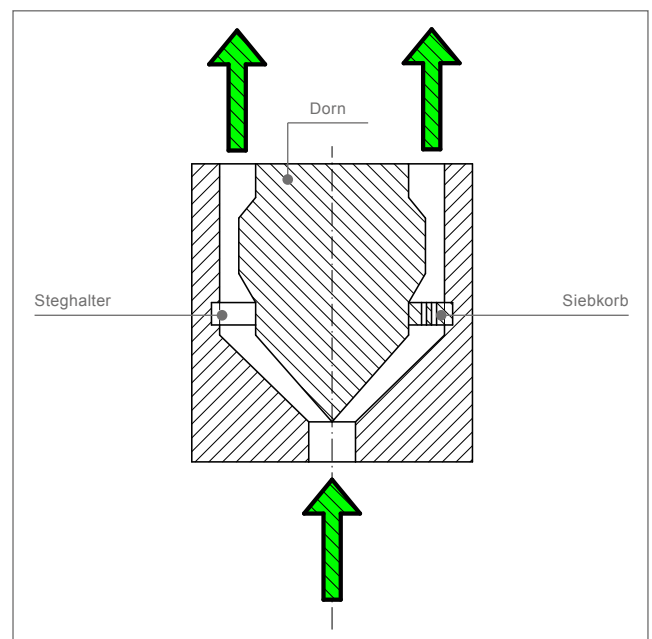
- ▶ Visk1 möglichst gleich Visk2
- ▶ Aufeinander abgestimmte Spalte h1, h2
- ▶ Aufeinander abgestimmte Temperaturen T1, T2
- ▶ Aufeinander abgestimmte Durchsätze m1, m2 (nur sehr eingeschränkt möglich)

7.1 Vorgänge bei Zusammenführung zweier Schmelzeschichten

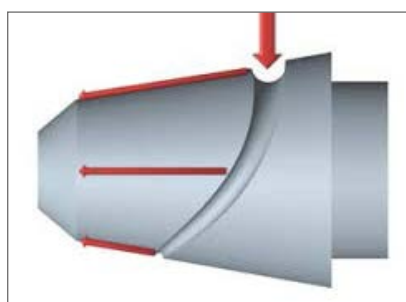
Übersicht der unterschiedlichen Werkzeugtypen

Im Laufe der 50-jährigen Geschichte der COLLIN Lab & Pilot Solutions wurden sämtliche Werkzeugarten eingesetzt und stetig verbessert. Für die Herstellung runder Hohlprodukte sind Stegdorn-, Siebkorbwerkzeuge und Wendelverteilersysteme am Markt. Das Grundproblem besteht darin den Schmelzestrom, von der Schneckenspitze kommend, in eine kreisringförmige Strömung zu überführen. Um den Kreisringquerschnitt im Werkzeug auszubilden, bedarf es eines Dornes (s. Abb. 7.2)

Dieser muss im Strömungskanal befestigt werden. Beim Stegdornhalter sind zwischen Dorn und Werkzeug Stege angeordnet, welche von der Schmelze umströmt werden, bevor diese in den kreisringförmigen Austrittsbereich eintritt. Diese Vorgehensweise hat einen entscheidenden Nachteil. An jedem Steg entsteht eine Fließnaht, welche bei vielen Materialien, vor allem bei solchen mit einem starken elastischen Verhalten, zu Problemen führt. Um diesen Effekt zu vermindern, wurde der sogenannte Siebkorbdornhalter (s. Abb. 7.2 rechte Hälfte) entwickelt. Hierbei wird der Dorn über eine Siebplatte, welche mit einer großen Anzahl von Bohrungen versehen ist, fixiert. Diese werden von der Schmelze durchströmt, was zu einer Vielzahl von Bindenähten in Extrusionsrichtung führt. Hinzu kommt der erhöhte Druckbedarf des Werkzeuges. Beide Systeme erreichen bei richtiger Auslegung und Zentrierung eine gute Verteilung der Austrittsgeschwindigkeit.



7.2 Stegdorn- und Siebkorbdornhalter



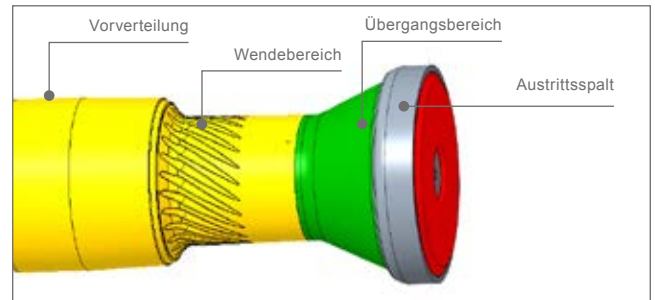
7.3 Pinolverteiler

Eine deutliche Verringerung der Problematik brachte der sogenannte Pinolverteiler. Dies ist ein Verteilkanal einer Breitschlitzdüse, welcher auf einen Konus abgewickelt ist. Da die Anströmung des Verteilkanals einseitig erfolgt, treffen am Ende des herzförmigen Verteilkanals zwei Schmelzeströme zusammen, was auch eine Bindenaht erzeugt. Trotzdem hat der Pinolverteiler und seine Varianten nach wie vor seine Berechtigung, wie weiter unten gezeigt wird.

Der Durchbruch zur Überwindung dieser Probleme kam dann 1973 mit der Erfindung des Wendelverteilers /3/.
Je nach Geometrie des Wendel tragenden Grundkörpers unterscheidet man

- ▶ Axiale zylindrische Verteiler
- ▶ Axiale konische Verteiler
- ▶ Radiale Verteiler mit Wendeln in einer Ebene

Das Prinzip des Wendelverteilers (s. Abb. 8.1) ist für alle ähnlich, obwohl die fortschreitende Entwicklung zu einer enormen Vielfalt an Details für die Einzelgeometrien gebracht hat.



8.1 Aufbau eines Wendelverteilers
(Werkbild COLLIN Lab & Pilot Solutions)

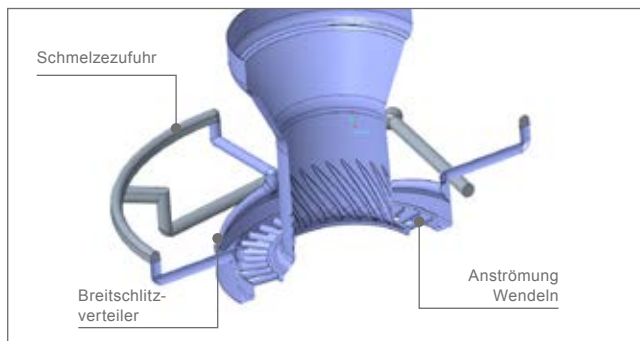
Man unterscheidet vier Funktionszonen

- ▶ Vorverteilung
- ▶ Wendebereich
- ▶ Übergangsbereich
- ▶ Austrittsspalt

Jede dieser Zonen muss für eine hochwertige Produktqualität bei der Auslegung im Detail betrachtet werden. Für die Vorverteilung werden bei COLLIN Lab & Pilot Solutions je nach Anwendungsfall eingesetzt

- ▶ Spinnverteiler
- ▶ Hirschgeweihverteiler
- ▶ Pinolenverteiler
- ▶ Oder Kombinationen daraus

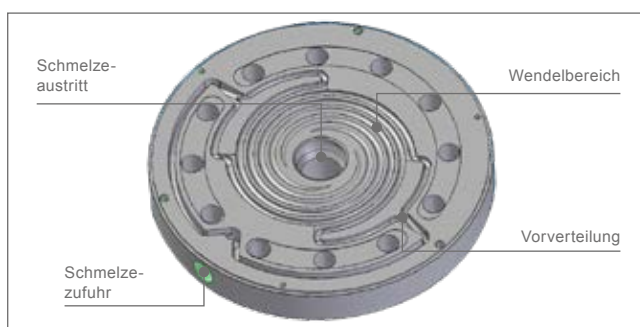
Schon in der Vorverteilung sind die Fließkanäle so zu dimensionieren, dass am Eintritt in die Wendel eine gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung für jede Wendel vorliegt.



8.2 Fließkanäle eines realen Wendelverteilers
(Werkbild COLLIN Lab & Pilot Solutions)

Im Bereich der Wendeln wird die Strömung in eine kreisringförmige Strömung umgewandelt. Dies geschieht, indem die in der Wendel fließende Strömung auf Grund der Wendelgeometrie und der benachbarten Spaltgeometrie über die Spalte in parallele Richtung des Übergangsbereiches und des Austrittsspaltumgelenkt wird. Abb. 8.2 zeigt die Fließkanäle eines modernen Wendelverteilerwerkzeuges wie sie heute von der COLLIN Lab & Pilot Solutions ausgelegt und gebaut werden.

Es handelt sich hierbei um den Verteiler einer Monoblasfolie für hochviskose Materialien in einer rotierenden Düse (s. weiter unten). Hiermit sind engste Toleranzen in der Dickenverteilung der Folie sowohl in Umfangsrichtung als auch in Extrusionsrichtung erzielt worden.



8.3 Radialwendelverteiler
(Werkbild COLLIN Lab & Pilot Solutions)

Der bei COLLIN Lab & Pilot Solutions am häufigsten eingesetzte Wendelverteiler ist der radiale Wendelverteiler. Das Prinzip stellt Abb. 8.3 dar.

Kennzeichnend für diesen Typ ist, dass alle Funktionselemente des Verteilsystems in einer Ebene angeordnet sind. Neben einer hervorragenden Schichtdickenverteilung, auch bei sehr dünnen Schichten im Bereich von wenigen µm hat dieses Konzept weitere Vorteile

- ▶ Besonders bei hohen Schichtanzahlen, zwischen 9 und 13 Schichten, ergibt sich eine platz sparende Anordnung der Platten
- ▶ Jede Platte ist mit einem eigenen Heizband versehen, was für jede Platte eine individuelle Temperatur erlaubt. Mit zwischen den Platten angeordneten Isolierungen lassen sich Temperaturdifferenzen bis ca. 40K erzielen. Dies ist insbesondere bei der Coextrusion von Materialien mit stark unterschiedlichem Fließverhalten von Vorteil.
- ▶ Die Schichtanzahl einer Blasfolie kann sehr leicht geändert werden
- ▶ Schnelle Demontage und Montage bei kürzesten Reinigungszeiten
- ▶ Kostengünstige Fertigung der Schichtplatten

Entscheidend für die Verteilqualität ist die sogenannte Überlappung der Wendeln. Dies bezeichnet den Winkel, in dem die Wendeln nebeneinander liegend angeordnet sind. Allerdings hat die Vorverteilung als Hirschgeweih bei Materialien mit ausgeprägtem elastischen Fließverhalten auch einen Nachteil. Jede elastische Deformation in den Umlenkungen der Kanäle wird auf Grund des Memory Effektes gespeichert und kann die Dickenverteilung nachteilig beeinflussen. Dieses Problem wurde durch die Einführung des patentierten „Channel Tipper“ /4/ bei COLLIN Lab & Pilot Solutions gelöst. Hierbei wird die Schmelze nach den letzten Umlenkungen vor Eintritt in die Wendel gezielt und für jede Wendel gleich umgelenkt, so dass alle vorhergehenden Umlenkungen nahezu ihre Wirkung verlieren. Das Prinzip zeigt Abb .9.1.

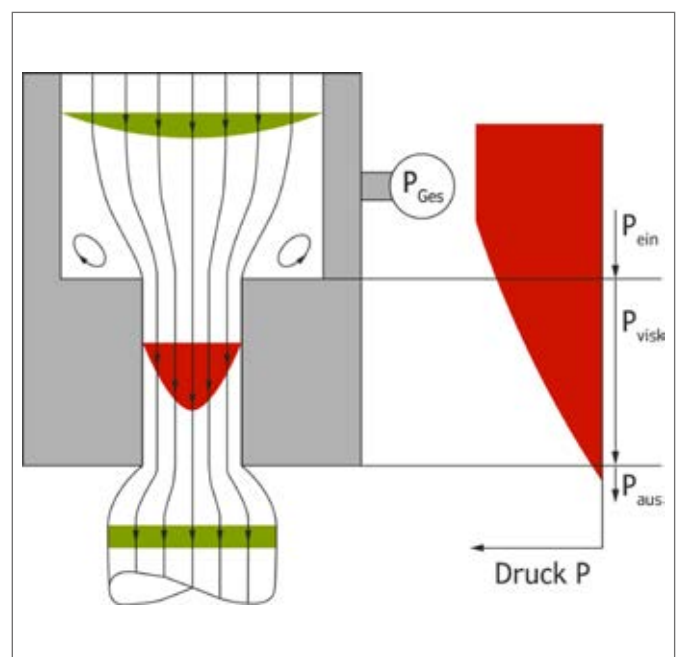


9.1 Channel Tipper Position im Fließkanal und Detailansicht (Werksbild COLLIN Lab & Pilot Solutions)

Viskoelastische Effekte am Düsenaustritt

Kann das viskose Verhalten in der Schmelze mit modernen Berechnungsmethoden recht gut beschrieben werden, so ist es nach wie vor nicht möglich, das elastische Verhalten rechnerisch mit vertretbarem Aufwand zu fassen. Entlang des Fließweges in der Düse führt jede Querschnittsverengung im Kanal zu einer Dehnströmung und damit zu einer elastischen Deformation der Schmelze. Dieser Vorgang ist schematisch in Abb. 9.2, am Beispiel einer Rheometerkapillare, zu sehen.

Im Übergangsbereich vom großen zum kleineren Kanal wird die Schmelze beschleunigt. Dabei werden die Molekülketten gestreckt. Da sie aber das Bestreben haben, in die energetisch günstigere, nämlich „verknäulte“ Struktur zurückzukehren, geschieht dies am Austritt aus dem engeren Kanal und zeigt sich als Schwellen. Die im Material gespeicherte elastische Energie wird allerdings in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur abgebaut. D. h. je länger



9.2 Dehnströmung in einer Querschnittsverengung

der kleinere Kanal ist und je höher die Temperatur, desto geringer wird das Schwellen ausfallen. Begrenzt werden diese beiden Einflussparameter durch erhöhten Druckbedarf und durch die bei gegebener Temperatur zulässige Verweilzeit, um Materialschädigung zu vermeiden.

Die Summe aller Dehnvorgänge im gesamten Fließkanal werden sich also am Düsenaustritt als Schwellen des Produktes auswirken. Auf Grund der Zeit- und Temperaturabhängigkeit kann man davon ausgehen, dass stromaufwärts erfahrene Deformationen am Austritt nur noch wenig bis gar nicht wirksam sind. Am stärksten wird sich die letzte Deformation beim Eintritt in den Austrittsspalt bemerkbar machen. Deshalb bedarf es einer sorgfältigen Betrachtung dieses Teiles eines Extrusionswerkzeuges.

Folgende Auslegungskriterien finden bei COLLIN Lab & Pilot Solutions Beachtung

- ▶ Länge des Austrittsspalt (Länge bezogen auf Spaltaußendurchmesser 6-2)
- ▶ Druckverlust
- ▶ Draw Down Ratio und Draw Ratio Balance /5/ legen den Austrittsquerschnitt im Verhältnis zum Produktquerschnitt fest
- ▶ Schergeschwindigkeiten
- ▶ Vermeidung von Düsenablagerungen (Draw Down so, dass durch das Schwellen kein Kontakt zur Düsenkannte am Austritt entsteht)
- ▶ Vermeiden und / oder Einstellen von Schmelzebruch zur gezielten Erzeugung definierter Oberflächenrauigkeiten. Letzteres ist eine häufig vorkommende Forderung für medizinische Anwendungen

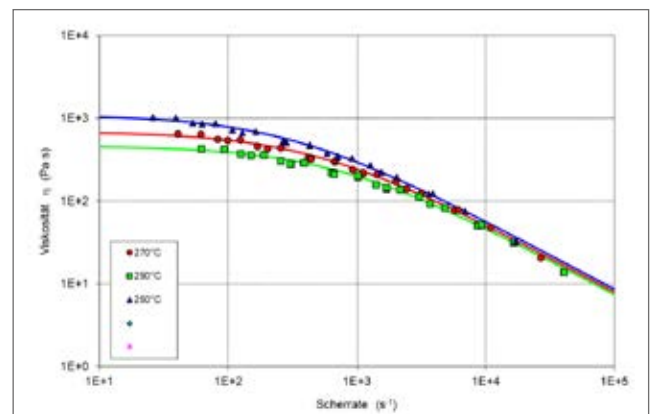
Die Festlegung dieser Parameterwerte benötigt viel Erfahrung und ändert sich mit jedem Material. Daher ist zu berücksichtigen, dass bei der endgültigen Optimierung des Düsenpalt unter Umständen Nacharbeiten anhand von Versuchen notwendig werden.

Berechnungsbeispiele für Werkzeuge der COLLIN Lab & Pilot Solutions

Noch bis vor 10 Jahren war die Auslegung von Fließkanälen in Extrusionswerkzeugen völlig abhängig von dem Fingerspitzengefühl, Erfahrung und Geduld des Werkzeugmachers. Dieses „Trial and Error“ Vorgehen war meistens sehr zeitaufwändig und kostspielig. Vor ca. 7 Jahren wurde bei COLLIN Lab & Pilot Solutions die Anwendung der FEM (Finite Elemente Methode) eingeführt. Die inzwischen umfangreichen Erfahrungen in der Strömungssimulation machen diese Methode zu einem wertvollen Auslegungswerkzeug für hoch komplexe Fließkanäle aller Art. Der Rechnungsablauf besteht aus folgenden Hauptschritten

- ▶ Extraktion des Fließkanals aus einer 3D CAD Konstruktion des Werkzeuges
- ▶ Generierung der Bilanzelemente (Netz)
- ▶ Durchführung der Rechnung
- ▶ Optimierung der Fließkanalgeometrie

Vorraussetzung sind das Vorliegen aller Materialdaten, wie Dichte, Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit und ganz wesentlich die Viskositätsfunktion in Abhängigkeit von Schergeschwindigkeit und Temperatur, wie beispielhaft in Abb. 10.1 gezeigt.



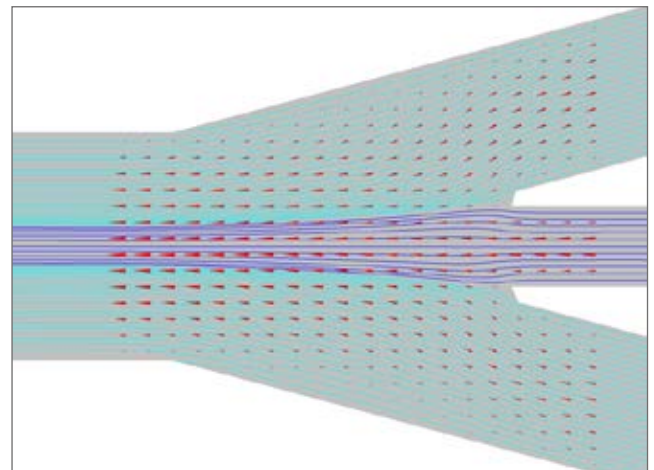
10.1 Beispiel einer Viskositätsfunktion für FEM Berechnungen

Als Ergebnisse erhält man detaillierte Aussagen über

- ▶ Druckverlauf
- ▶ Schergeschwindigkeiten
- ▶ Stromlinienverlauf
- ▶ Verteilung der Austrittsgeschwindigkeiten am Ende der Düse

Damit liegen alle Informationen für die Beurteilung der Qualität eines Extrusionswerkzeuges vor. Man darf nicht außer Acht lassen, dass elastische Effekte in diesen Rechnungen nicht berücksichtigt werden können. Im Folgenden werden einige Beispiele von Berechnungen illustriert.

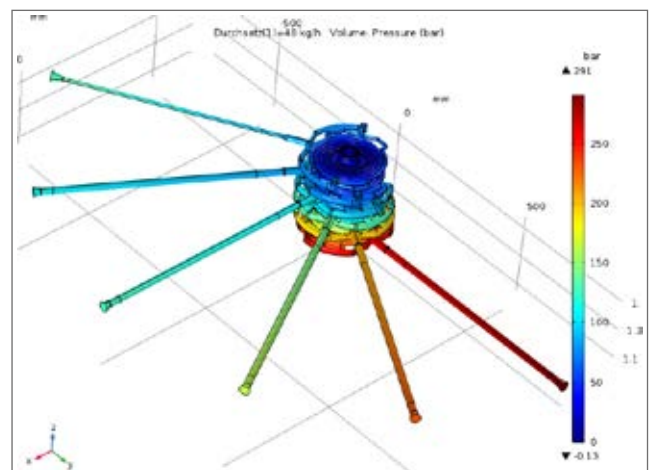
Wie schon oben erläutert, ist die Geschwindigkeit mit der Schichten in Coextrusionswerkzeugen aufeinander treffen entscheidend für die Qualität einer Folie. In Abb. 11.1 ist der Zusammenfluss dreier Schichten mit den jeweiligen Geschwindigkeitsvektoren und Stromlinien zu sehen. Es wird deutlich, dass ein sehr gutes Optimierungsergebnis vorliegt.



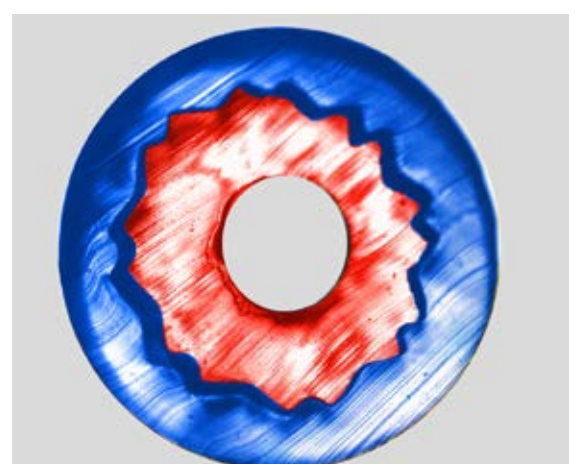
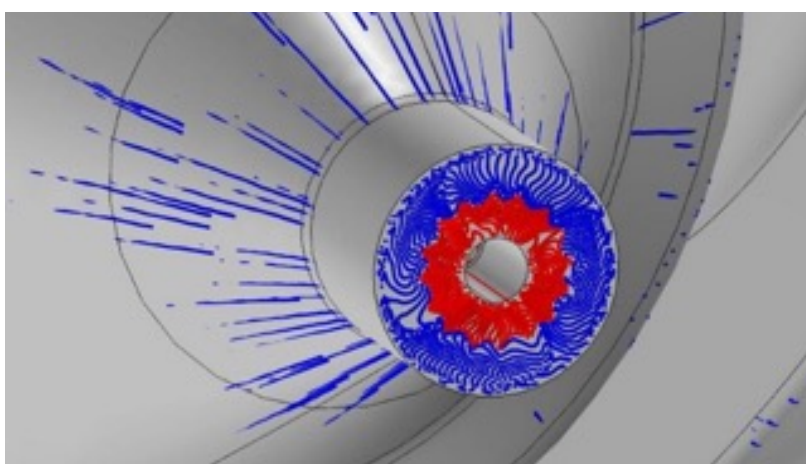
11.1 Optimierung des Zusammenflusses dreier Schichten (Werksbild COLLIN Lab & Pilot Solutions)

Für die mechanische Dimensionierung eines Werkzeuges ist die Kenntnis des Druckaufbaus in jedem Bereich der Düse essenziell. Abb. 11.2 zeigt den kompletten Druckverlauf in einer 6-Schicht Coextrusionsdüse.

Mit gezielten Modifikationen in bestimmten Bereichen der Fließkanäle konnten bei gleichem Druckverbrauch Durchsatzsteigerungen von bis zu 30% erreicht werden. Ein Beispiel für andere Dimensionen ist ein zweischichtiger Schlauch mit Außendurchmesser 1,5mm und Innendurchmesser 350µm. Die innere Schicht sollte nach außen hin eine sternförmige Ausprägung haben. Der geforderte Gesamtdurchsatz lag bei ca. 9 kg/h. Abb. 11.3 zeigt das Berechnungsergebnis am Austritt der Düse nach mehreren rechnerischen Optimierungsschritten. Man erkennt deutlich, dass die Sterngeometrie sehr sauber ausgebildet sein sollte. Daneben befindet sich ein Mikrotom Schnitt des extrudierten Profils, gefahren ohne zusätzliche Nacharbeit an der Fließgeometrie.

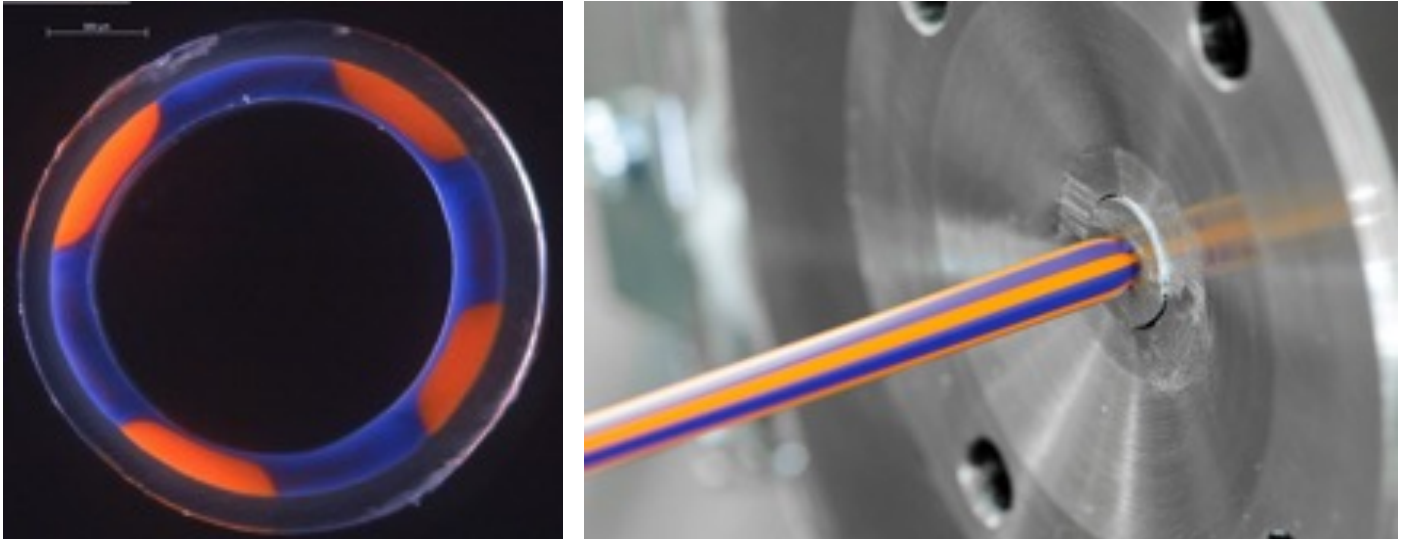


11.2 Druckverlauf in einer 6-Schicht Coextrusionsdüse bei 48kg/h Gesamtdurchsatz (Werksbild COLLIN Lab & Pilot Solutions)



11.3 Optimierungsergebnis mittel FEM (Werksbilder COLLIN Lab & Pilot Solutions)

Unter Anderem werden in der Medizintechnik Schläuche mit Streifen ausgerüstet, welche im Polymer ein Röntgenkontrastmittel beinhalten. Die Anzahl variiert von einem Streifen bis zu vier. COLLIN Lab & Pilot Solutions hat die Fließgeometrie für einen Schlauch (Da 2mm) mit vier Streifen (Breite 100µm) rechnerisch optimiert und das nachfolgende Ergebnis erreicht (Abb. 12.1). Das rechte Bild zeigt den Schlauch am Austritt der Düse.



12.1 Schlauch mit Röntgenkontraststreifen (Werkbilder COLLIN Lab & Pilot Solutions)

Austauschbare Mundstück- und Dorn Geometrien machen es möglich, die Düse für Blasfolien mit, in Längsrichtung verlaufenden eingefärbten Streifen zu erzeugen. Die Streifen können z. B. weiß eingefärbt sein, um eine bessere Lesbarkeit auf der Verpackung zu erhalten, bei genügend großen transparenten Sektionen, um den Inhalt visuell zu beurteilen.

Gegenläufig rotierende Düse für Blasfolien

Der Prototyp wurde vor ca. 10 Jahren im Rahmen eines Forschungsprojektes der US – Army am Virginia Polytechnic Institute der Virginia State University erfolgreich erprobt. Das Düsenkonzept (Abb. 12.2) erlaubt eine mannigfaltige Beeinflussung der Orientierungen und damit der mechanischen Eigenschaften der Folie. Bei Materialien mit ausgeprägtem Orientierungsverhalten in Extrusionsrichtung ist das für ein hochwertiges Produkt von entscheidender Bedeutung. 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. Die Orientierung in Fertigungsrichtung wird „verwischt“ und die Festigkeit quer dazu deutlich erhöht. 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 ist in Abb. 12.2 rechts sichtbar.



12.2

BREITSCHLITZDÜSEN & COEXTRUSIONS FEEDBLÖCKE

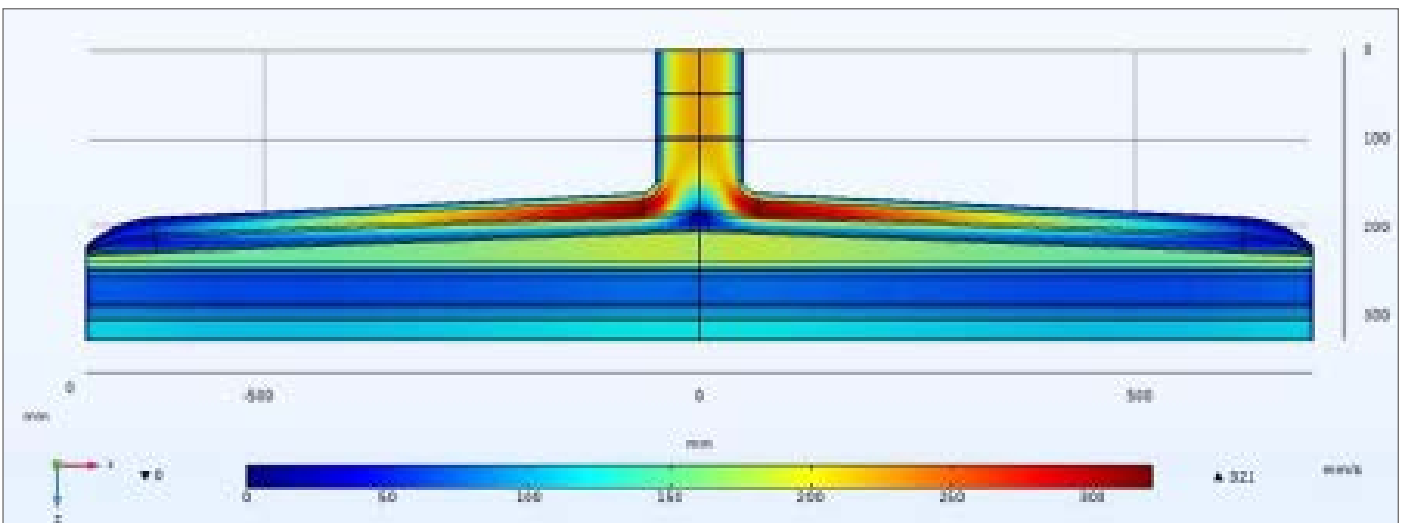
Autor: Johannes Müller

Erfahrung aus über 30 Jahren in Fließberechnung, Design und Fertigung von Breitschlitzdüsen- und Coextrusions Feedblock-Systemen garantieren unseren Kunden maßgeschneiderte Lösungen zur Optimierung und Maximierung der Produktionskapazitäten.

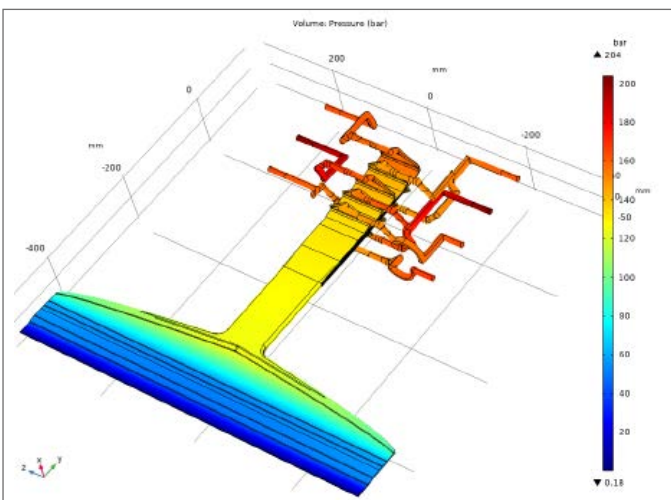
Optimales Strömungsverhalten durch individuelles Düsenkanaldesign

Was vor mehr als 40 Jahren mit einem einfachen „T-Verteilerkanal“ in Breitschlitzdüsen für die Verarbeitung jeglicher Polymere begann, findet sich heute in verschiedensten, durch aufwändige CFD Simulationen unterstützte, Düsen Verteilerkanäle wieder.

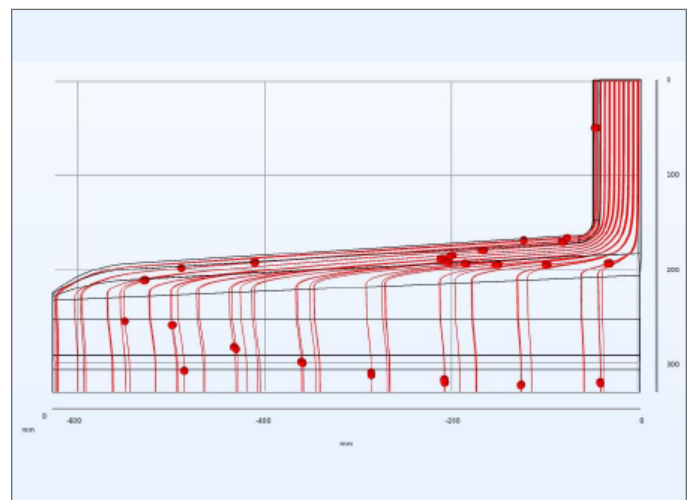
Hierbei wird der wesentliche Bereich einer Breitschlitzdüse, der Verteilerkanal, durch die Verwendung von state of the art computergestützten Flusssimulationen genau auf das zu verarbeitende Material angepasst und optimiert.



13.1 Berechnung der Strömungsgeschwindigkeiten an einer Breitschlitzdüse



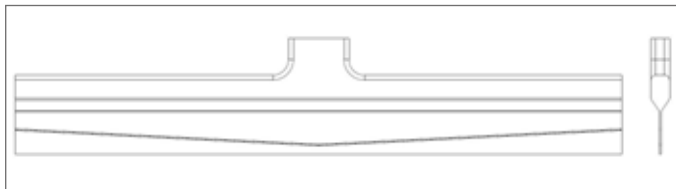
13.2 Ermittlung der Druckverhältnisse in einer 7-Schicht Coextrusionsdüse mit Feedblockverteiler



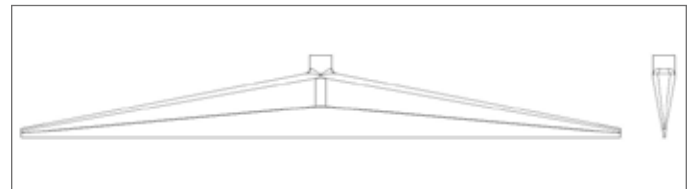
13.3 Darstellung der Strömungsverhältnisse in einer Breitschlitzdüse zur Abschätzung der Verweilzeit und des Verweilzeitspektrums

Hieraus resultieren verschiedenste Verteilerkanalformen, jede optimiert für den jeweiligen Prozess und die Parameter.

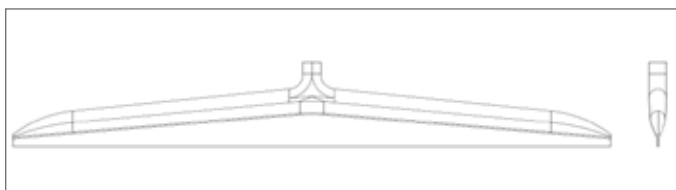
Die gängigsten Breitschlitzdüsen Verteilerkanalformen sind hierbei:



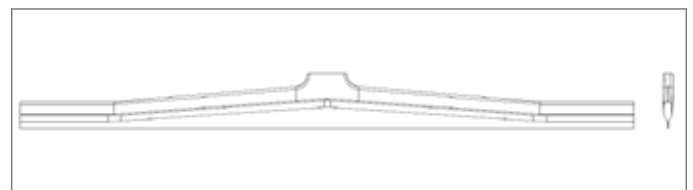
14.1 T-Kanal



14.2 Fishtail Kanal

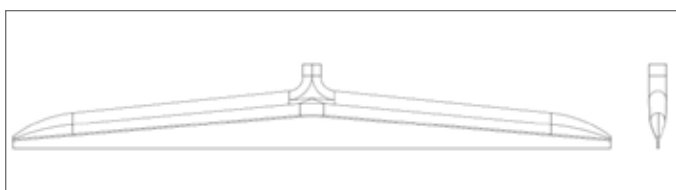


14.3 Kleiderbügel Kanal

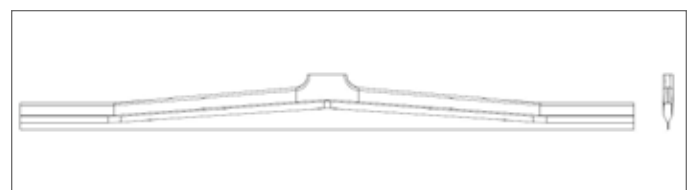


14.4 Kombi-Kanal, eine Mischung aus T-Kanal und Kleiderbügel Kanal, speziell für die Verwendung von voll internem Deckling

Der Kleiderbügel Verteilerkanal stellt heute den Standard dar, wobei es auch hier verschiedene Ausführungen gibt.



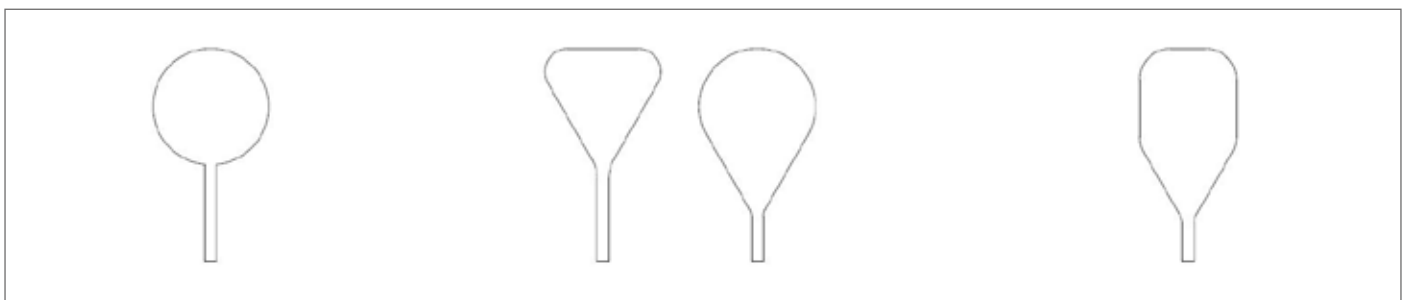
14.5 Kleiderbügel Verteilerkanal mit geradem Kanalrücken



14.6 Kleiderbügel Verteilerkanal mit parabolischem Kanalrücken

Neben der Verteilerkanalform spielt auch der Querschnitt eine wichtige Rolle, der in der Regel auf die Prozessparameter angepasst wird. Auch hierbei gibt es verschiedene Formen.

Die gängigsten Formen der Verteilerkanal Querschnitte sind:



14.7 Runder Querschnitt

14.8 Tränentropfen Querschnitt

14.9 Flat-Top® Querschnitt, meist für die Coextrusion mit Feedback

Basierend auf einer Vielzahl an Optionen und Kombinationsmöglichkeiten von Breitschlitzdüsen Verteilerkanälen findet das erfahrene Experten Team bei COMELT, in enger Kooperation mit seinen Kunden, für jede, noch so komplexe Aufgabenstellung, die optimale Lösung, für die individuellen Prozessanforderungen.

Maximierung der Maschinenlaufzeiten und der Produktivität durch innovative Werkzeugtechnologie

Eine Breitschlitzdüse ist heute viel mehr als ein Extrusionswerkzeug, das verschiedenste Werkstoffe lediglich in die Breite verteilt.

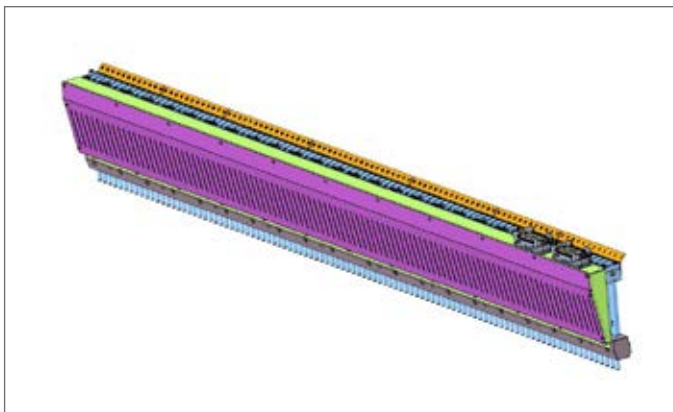
Durch die enge Kooperation mit unseren Kunden ist es COMELT immer wieder gelungen, bestehende Technologien weiterzuentwickeln und auf einen neuen Standard zu bringen.

Dies umfasst insbesondere Technologien, die es ermöglichen – ohne Unterbrechung der laufenden Produktion – die Breite und Dicke eines Produktes extrem schnell und effizient umzustellen.

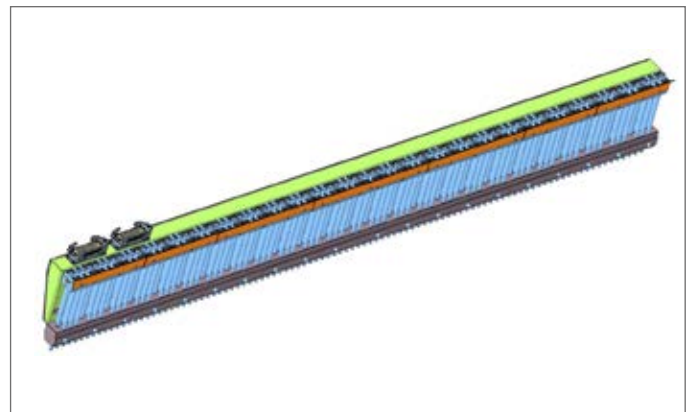
Eine Maximierung der Maschinenlaufzeit und Gutproduktion wird hiermit gewährleistet und der „return on invest“ erheblich verbessert.

Zu diesen Technologien zählen insbesondere:

Neue automatische Lippenjustierung, mit sehr schnellen Reaktionszeiten und großen Verstellwegen – komplett automatisch. (Abb. 15.1, 15.2)

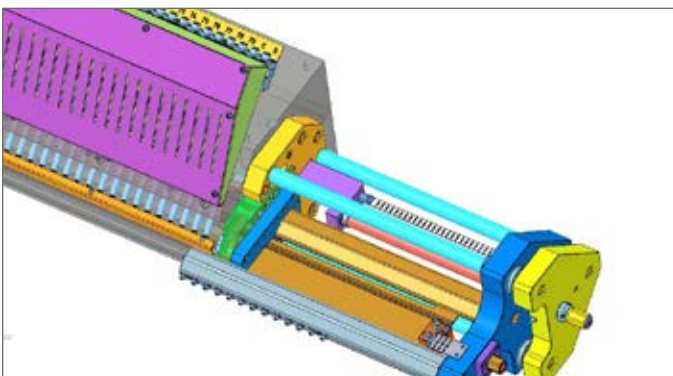


15.1

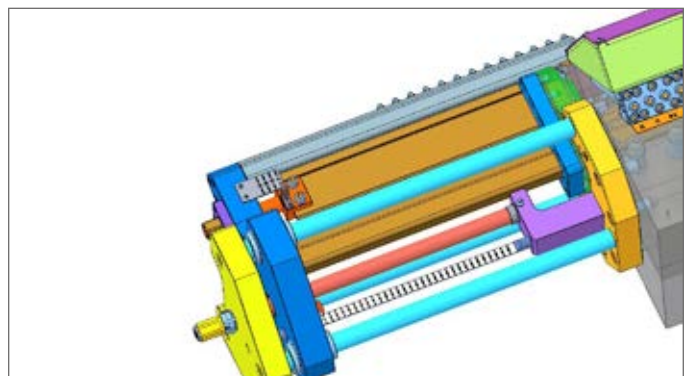


15.2

Vollinternes Deckling, während der Produktion verstellbar, bestehend aus einem oder mehreren Segmenten. (Abb. 15.3, 15.4)

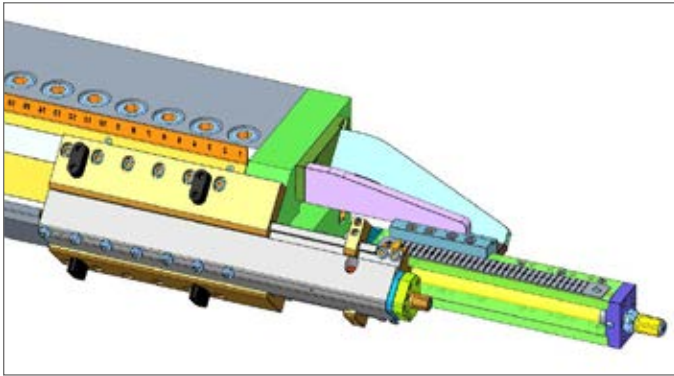


15.3

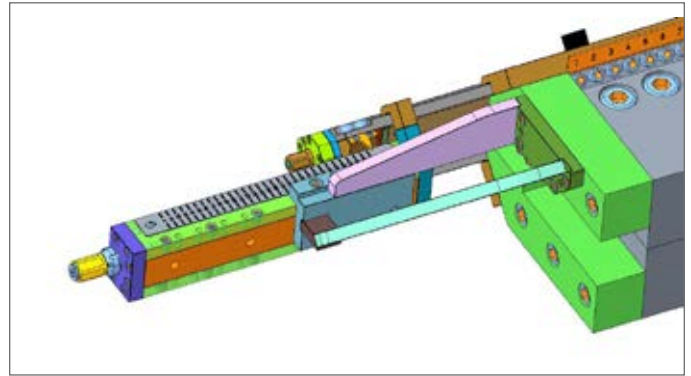


15.4

Externes Deckling, während der Produktion verstellbar, für sehr große Dicken- und Breiten-Bereiche.
 (Abb. 16.1, 16.2)

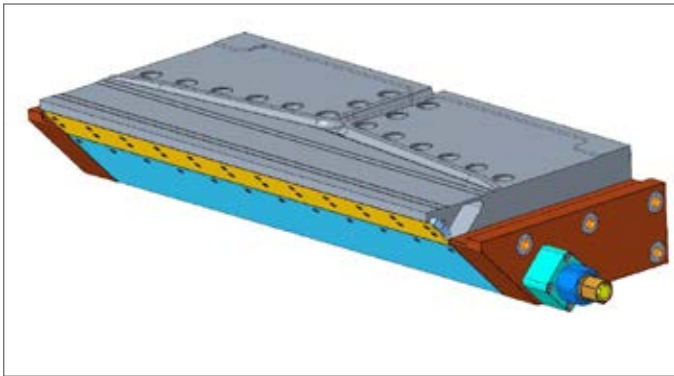


16.1

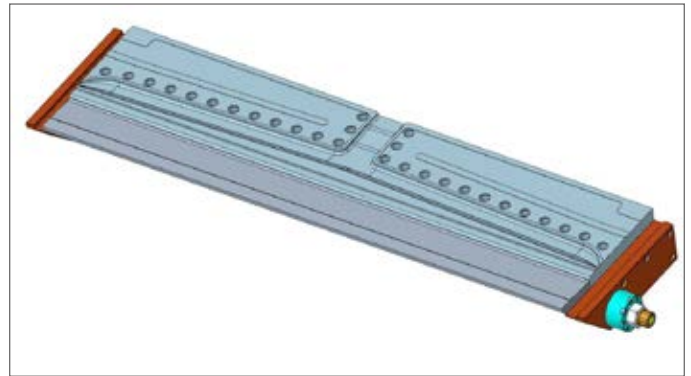


16.2

Düsenlippen Ausführung mit Doppel Flexlippe zur sekundenschnellen, parallelen Einstellung des Düsen Austrittsspaltes, +/- 3mm, während der laufenden Produktion. (Abb. 16.3)



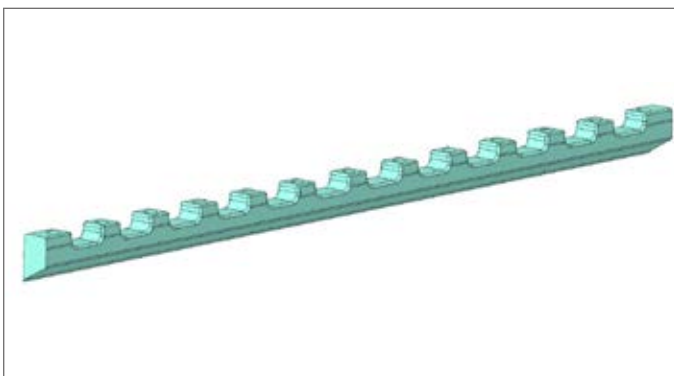
16.3



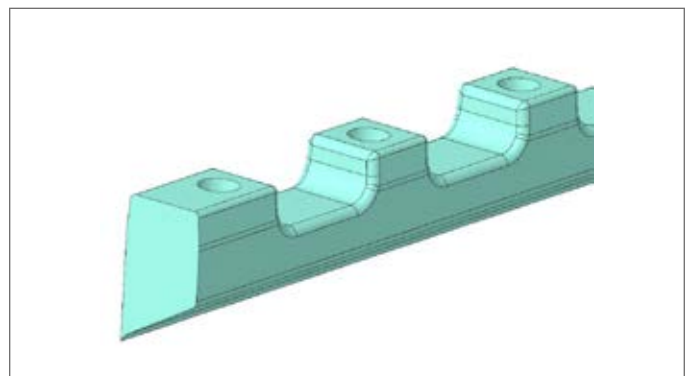
16.4

Untere Düsenlippe abnehmbar und über eine seitliche, zentrale Stellschraube, während der Produktion sekundenschnell, parallel einstellbar, bis zu 12mm. (Abb. 16.4)

Super Flex Staubalken mit spezieller Geometrie, für eine sehr feinfühlig und akkurate Einstellung des Staubalkens in der Düse. (Abb. 16.5, 16.6)



16.5



16.6

Spezielles Lippendesign und Lippenkanten für optimalen Schmelzeaustrag und Reduzierung der Ablagerungen an den Düsenlippen.

Die große Auswahl an technischen Innovationen ermöglicht COMELT ihren Kunden das perfekt auf den jeweiligen Prozess abgestimmte, maßgeschneiderte Breitschlitzdüsen Werkzeug anzubieten. Die Erfahrung von COMELT ist der Gewinn ihrer Kunden.

Neue, innovative und nachhaltige Produkte für unsere Kunden, durch intelligente Hightech Coextrusions Systeme

Die rasant steigenden Anforderungen an Kunststoff-Mehrschicht-Verpackungen in Bezug auf Qualität und Nachhaltigkeit erfordern intelligente, modulare Maschinenkomponenten-Lösungen auf höchstem technischen Niveau.

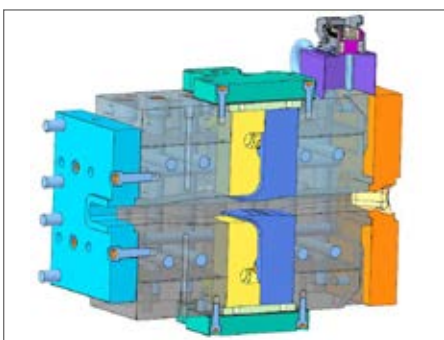
Durch unsere langjährige Erfahrung, gepaart mit der sehr engen Kooperation mit unseren Kunden, bieten wir entsprechende Coextrusions Systeme, die die aktuellen Anforderungen nicht nur erfüllen, sondern bereits zukunftsweisend sind.

Intelligente Coextrusions Systeme von einfachen Systemen mit einfacher, fester Geometrie, hin zu komplexen Systemen mit variabler Geometrie, die variabel auf Material und Prozessparameter jederzeit angepasst und eingestellt werden können.

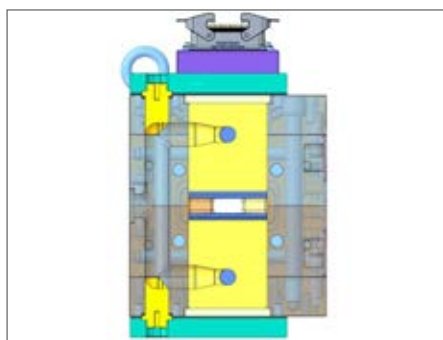
Coextrusions Feedblock mit fixer Schichtgeometrie:

Die kostengünstige, effiziente Lösung für die Herstellung von Standard Mehrschichtfolien im 3-, 5-, oder 7-Schicht Aufbau mit fester Lagenzuordnung.

- ▶ Kostengünstige Lösung
- ▶ Einfacher Aufbau
- ▶ Sehr kompakte Bauweise
- ▶ 3-, 5- und 7-Schichten
- ▶ Modular aufgebaut
- ▶ Sehr gute Lagenvverteilung bei Standardanwendungen
- ▶ Einfach in jede bestehende Anlage integrierbar



17.1



17.2

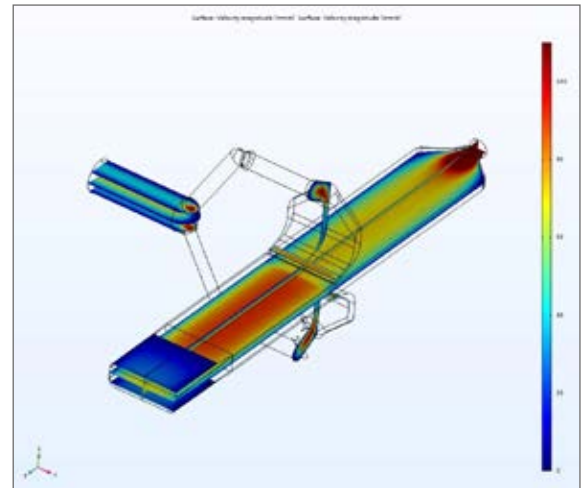


17.3



17.4

Geschwindigkeitsverhältnisse in einem 3-Schicht Feedblock

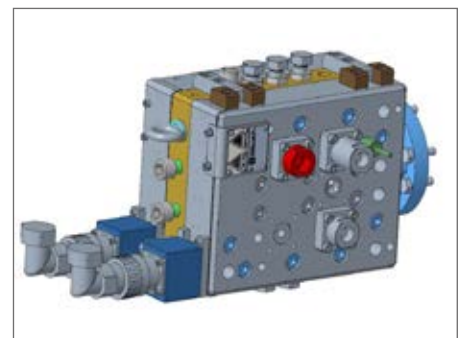
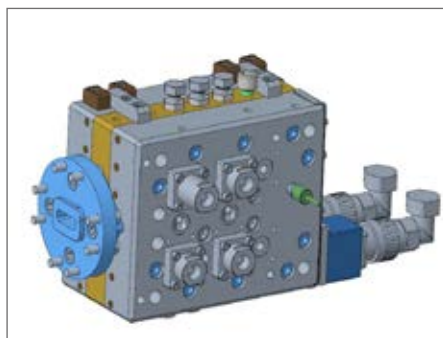
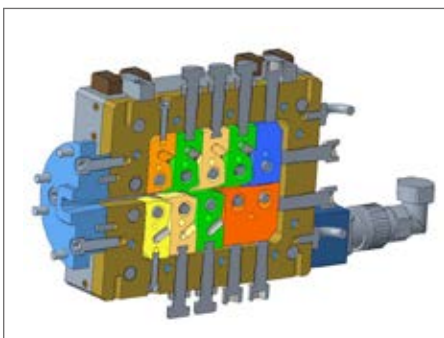
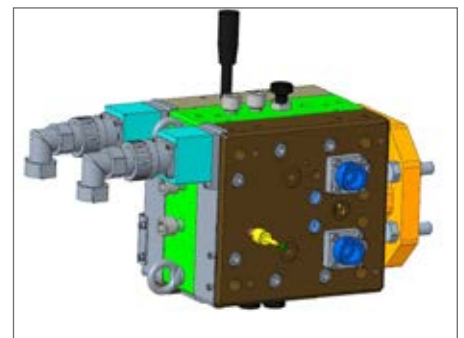
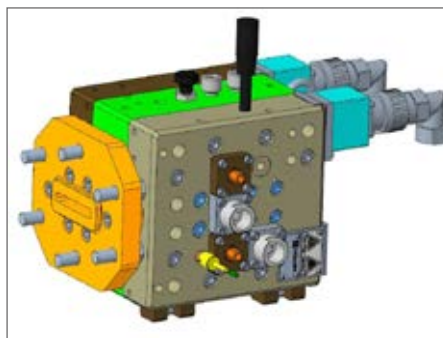
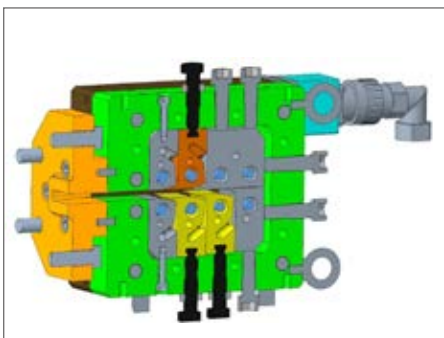


18.1

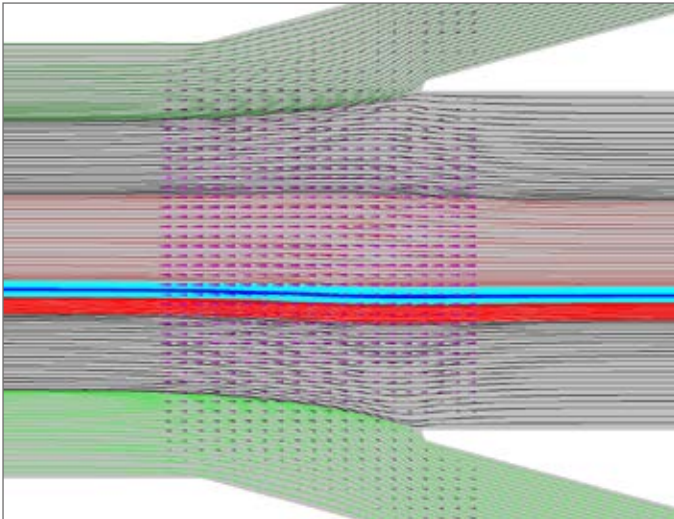
Coextrusions Feedblock mit variabler Schichtgeometrie:

Die Hightech Lösung für die Herstellung von komplexen, variablen Mehrschichtfolien, bis zu 13 Schichten. Extrem dünne Zwischenschichten möglich, mit oder ohne Einkapselung. Variabler Schichtaufbau mit einstellbarer Lagenverteilung für höchste Ansprüche in Bezug auf Schichtgenauigkeit und Oberflächengüte. Ermöglicht extrem dünne Zwischenschichten für eine komplette Recyclebarkeit, etc.

- ▶ Wahlweise ohne oder mit Pinole zum schnellen Wechsel des Schichtaufbaus
- ▶ Komplexerer Aufbau
- ▶ Kompakte Bauweise
- ▶ Bis zu 13 Schichten möglich
- ▶ Modular aufgebaut
- ▶ Einfache Änderung des Schichtaufbaus durch eine Pinole jederzeit möglich
- ▶ Anpassung der Lagenverteilung jeder einzelnen Schicht
- ▶ Einkapselung von einzelnen Schichten möglich
- ▶ Sehr gute Lagenverteilung bei Spezialanwendungen
- ▶ In jede bestehende Anlage integrierbar
- ▶ Optimal geeignet für extreme Anforderungen an Flexibilität, Lagenaufbau, Einzelschichtdicke und Schichttoleranz (Schicht zu Schicht).
- ▶ Einkapselung von einzelnen Schichten möglich, z.B. zur 100%tigen Recyclebarkeit des edge-trims, oder der gesamten Mehrschichtfolie

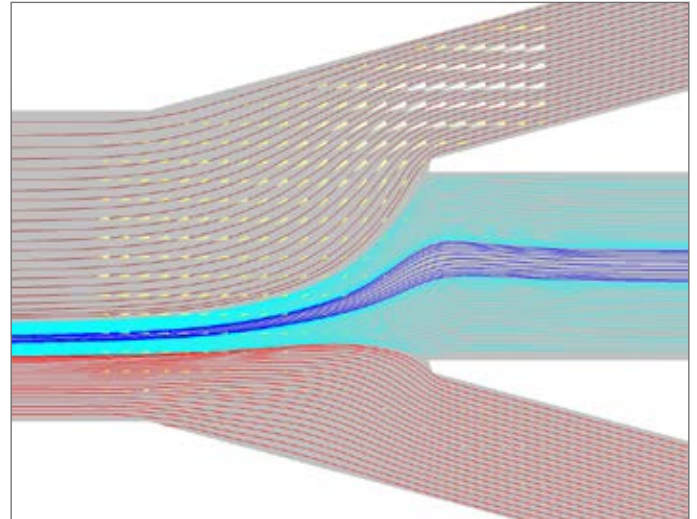


18.2



19.1

Strömungsgeschwindigkeit und Schichtverteilung in einer 9-Schicht Verbundfolie



19.2

Strömungsgeschwindigkeit und Schichtverteilung einer stark asymmetrischen Verbundfolie



Johannes Müller
Director Sales & Technology COMELT

Johannes Müller verfügt über rund 35 Jahre Erfahrung und umfassendes Know-how auf dem Gebiet Extrusionsdüsen & Feedblöcke. So war Müller unter anderem bei namhaften Unternehmen wie Extrusion Dies Inc. und Cloeren tätig – jeweils im Bereich Vertrieb von Breitschlitzdüsen und Coextrusions-Feedblöcke. Parallel gründete er die Firma EDS GmbH, die ebenso auf diese Themen spezialisiert war und Anfang 2018 verkauft wurde.

Literaturverzeichnis

- /1/ Collin, H. (1992), Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von mehrschichtigen Schlauchfolien oder Rohren (DE 41 15 229 A1), Offenlegungsschrift, Deutsches Patentamt
- /2/ Grundlagen und Strategie für die Auslegung von Extrusionswerkzeugen
Georg Burmann, Johannes Wortberg
- /3/ Upmeyer, H. & Zimmermann, W. J. (1973), Folienblaskopf für die Herstellung von Schlauchfolien (DE2320687A1), Offenlegungsschrift, Deutsches Patent- und Markenamt
- /4/ Kastner, F. (2018), Schmelzekanal und Extrusionsvorrichtung (DE 10 2017 103 889 A1), Offenlegungsschrift, Deutsches Patent- und Markenamt
- /5/ Tooling Design for Tubing
Chris Rauwendaal
Technical Consultant B&H Tool Co.
August 28, 2009



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 Gratzler, www.grafik-buero.at; Konzeption Redaktion: Dipl.-Ing. Ernst Ludwig, Johannes Müller, Dr. Isabella Pichler, www.pichler-pr.at; Fotos, Renderings: © COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH, Foto Flamm, Grafik-Buero Gratzler; 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
www.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

