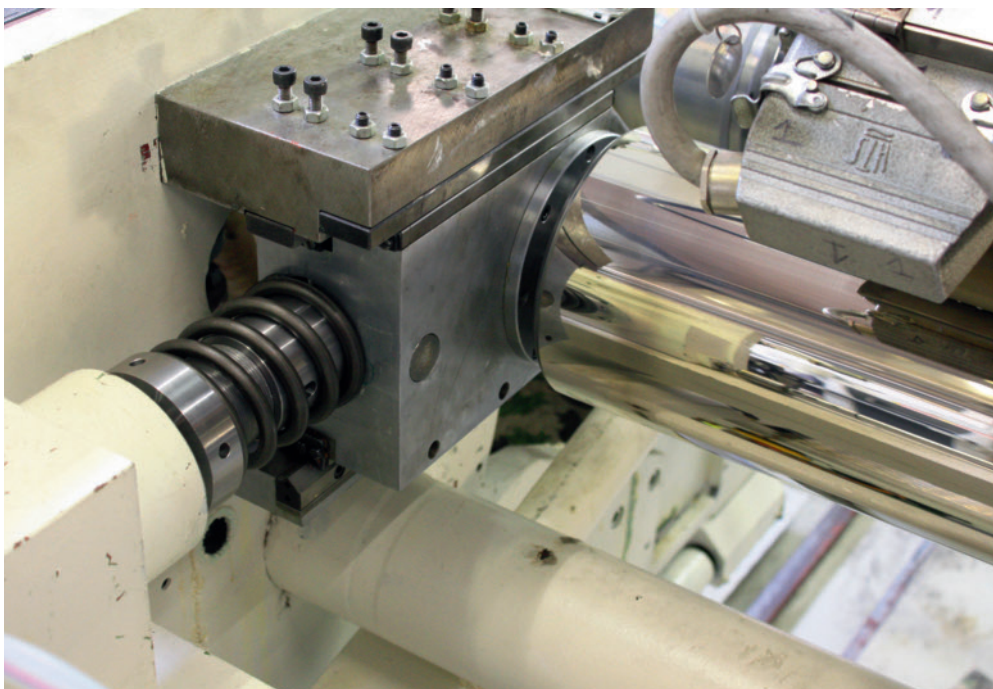


Touchierte Glätte

Folienherstellung. Mit einem gezielt modifizierten Pilotglättwerk ließen sich auf Anhieb extrem dünne Folien mit einer optischen Qualität herstellen.

Die Glättwalze hat einen vergleichsweise geringen Durchmesser und verfügt über einen flexiblen Stahlmantel.



Glättwerk mit vertikaler Walzenanordnung, das mit einer federnden Zuhaltung nachgerüstet und in das die Glättwalze mit der flexiblen Oberfläche integriert worden ist (Foto: Groß)

HEINZ GROSS

Die Extrusion von Folien mit höchster optischer Qualität erfordert ähnlich wie es auch bei der Fertigung transparenter Platten üblich ist, den Einsatz eines Glättwerks. Hauptbestandteil des Glättwerks sind zwei sich gegenläufig drehende Walzen mit hochglanzpolierten Oberflächen. Die Walzen kühlen die Schmelze ab und übertragen gleichzeitig ihre Oberflächenqualität auf die Folienoberflächen. Der bei der Herstellung von dickeren Platten relativ unkritische Prozess wird allerdings problematisch, wenn die Dicke der Folie bestimmte Grenzen unterschreitet. Prinzipiell unterliegen diese Grenzen auch einer gewissen Materialabhängigkeit. Verallgemeinernd aber gilt, dass es ex-

trem schwierig ist, Folien mit einer Dicke von unter 100 µm in größeren Breiten beidseitig zu glätten. Der Grund hierfür ist, dass das in den Glättspalt einlaufende extrem dünne Schmelzeband beim Berühren der gekühlten Walzenoberfläche nahezu schlagartig erstarrt. Somit befindet sich dann im engsten Spalt der Walzen keine Schmelze mehr, sondern ein Feststoff. Das aus dem Extrusionswerkzeug austretende Schmelzeband besitzt aber immer minimale Dickenunterschiede, was dazu führt, dass der dickste Bereich den Abstand bestimmt, den die beiden Walzenoberflächen im engsten Spalt einnehmen. Minimal dünnere benachbarte Bereiche des Schmelzebands kommen deshalb nicht mit einer Walzenoberfläche in Berührung. Eine Übertragung der Oberflächenqualität der Walze auf das einlaufende Schmelzeband ist somit in diesen Bereichen nicht möglich.

Stand der Technik

In der Patentliteratur sind unterschiedliche Ansätze zur Lösung des Problems zu finden [1–3]. In der Praxis haben sich inzwischen vorrangig zwei Verfahren etabliert. Entweder man versieht die Glättwalze mit einem elastisch nachgebenden Gummimantel (**Bild 1**), der bei geringer Spaltkraft den Dickenunterschieden der einlaufenden Schmelze folgt, oder man benutzt zum Glätten der zweiten Folienoberfläche ein relativ dünnes Stahlband, das ebenfalls der Oberflächengeometrie des Schmelzebands folgt.

In beiden Fällen sind Abstriche bezüglich der angestrebten Abzugsgeschwindigkeit in Kauf zu nehmen, da sowohl das Stahlband als auch die gummierte Walze bei Weitem nicht die Kühlleistung erreichen, die man mit einer reinen Stahlwalze gewohnt ist. Zusätzlich sind die Standzeiten sowohl der Stahlbänder als auch der gummierten Walze relativ kurz. Noch kritischer ist jedoch, dass speziell bei der gummierten Walze die erreichbare Oberflächenqualität nicht mit der vergleichbar ist, die mit einer hochglanzpolierten Stahlwalze erreicht werden kann.

Bemühungen, durch Erhöhen der Zuhaltekräfte des Glättwerks das Schmelzeband über der gesamten Breite zu glätten, verursachen nicht tolerierbare Walzendurchbiegungen und dadurch bedingt schlechtere Dickentoleranzen in der Folie. Dem versucht man entweder durch Bombieren der Walze oder auch durch Vergrößerung des Durchmessers sowie spezielle Walzenausführungen mit Biegelinien-Kompensation zu begegnen. Die Detailprobleme, die dabei entstehen, sollen an dieser Stelle nicht ausführlich erläutert werden. Sie sind in [4] detailliert beschrieben. Deshalb wurde vorgeschlagen, kleine Walzen zu verwenden und die Zuhaltekräfte des Glättwerks zu minimieren. Zu dieser Zeit waren jedoch die Dickentoleranzen des aus dem Breitschlitzwerkzeug austretenden Schmelzebands nicht so ge- →

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU110420



Bild 1. Folienglättwerk mit integrierter gummierter Glättwalze (Foto: KraussMaffei Berstorff)

ring wie heute, sodass von der Glättwalze deutlich größere Dickenunterschiede ausgeglichen werden mussten, als dies inzwischen notwendig ist.

Zuhaltung über Federn

Nachdem inzwischen beim aktuellen Stand der Technik nur noch Dickenunterschiede im einlaufenden Schmelzband von kleiner 0,01 mm ausgeglichen werden müssen, liegt ein Toleranzbereich vor, in dem auch der Einsatz rein metallischer Walzen realistisch erscheint. Folglich wurde die alte Strategie der Minimierung der Zuhaltekkräfte und der Verwendung einer Glättwalze mit einem kleinen Durchmesser [4] wieder aufgegriffen und ein Glättwerk entsprechend modifiziert. Zusätzlich wurde in enger Kooperation mit der van Baal GmbH in Krefeld eine neue rein metallische Walze konzipiert und gebaut, die einen relativ kleinen Durchmesser von nur 180 mm aufweist. Entscheidend modifiziert wurde diese Walze aber in der Hinsicht, dass sie einen sehr dünnen Außenmantel besitzt, der aufgrund seiner bewusst reduzierten Steifheit auch den Dickenunterschieden des einlaufenden Schmelzbands folgen kann.

Zur Herstellung des dünnen flexiblen Mantels wurde eigens eine neuartige Fertigungsmethode entwickelt. Zunächst galt es, eine Walze mit einem sehr dünnen Walzenmantel herstellen zu können, die dann auch die inzwischen üblichen Rundlauftoleranzen von konventionellen Walzen besitzt. Die zweite Herausforderung bestand darin, die Oberfläche des dünnen nachgiebigen Walzenmantels so

zu schleifen, dass ebenfalls wieder die Oberflächenqualität erreicht wird, die heute von konventionellen steifen Glättwalzen gefordert wird. Nach einigen Detailoptimierungen und Modifikationen der Fertigungstechnik ist dies inzwischen gelungen. Es konnte eine erste Testglättwalze mit einer Ballenbreite von 800 mm und einem Durchmesser von nur 180 mm in der geforderten Qualität hergestellt werden.

Diese Walze wurde in ein für das Glätten von dünnen Folien vorteilhaft konzipiertes Glättwerk eingebaut [5], bei dem die Achsen der Walzen, die den Glättspalt bilden, in einer horizontalen Ebene liegen. Mit diesem Glättwerk wurden bisher dünne Folien mithilfe von zwei konventionellen starren Glättwalzen mit einem Durchmesser von 300 mm hergestellt. Um während der Versuche die Spaltkräfte minimieren und speziell auch konstant halten zu können, wurden die notwendigen geringen Spaltkräfte mittels zweier einfacher Spiralfedern aufgebracht, sodass die Folienoberfläche von der Walze im Glättspalt nur noch touchiert wird.

Das **Titelbild** zeigt einen Ausschnitt des Glättwerks, in dem die federnde Zuhaltung und der Randbereich der hochglanzpolierten flexiblen Walze zu sehen sind.

Pilotglättwerk erzeugt optische Qualität

Mit dem so modifizierten Pilotglättwerk ließen sich auf Anhieb extrem dünne Folien mit einer optischen Qualität herstellen (**Bild 2**). Sie kam der Qualität von Folien gleich, die auf einer größeren Produktionsanlage, allerdings mit einer größeren Dicke und mit jahrelanger Erfahrung in Bezug auf die einzustellenden Prozessparameter hergestellt werden. Gegenüber der geringsten Dicke, die bisher auf dem Pilotglättwerk bei diversen Testläufen mit konventionellen Walzen erreicht worden ist, konnte mit dem modifizierten Glättwerk und der eingebauten Walze mit dem flexibel nachgiebigen Mantel von Anhieb eine Dickenreduktion von 35 % erreicht werden, ohne dass dabei die bei Verwendung von massiven Walzen und starren Walzenzuhaltungen bekannten Probleme der extrem schwankenden Spaltparameter auftraten. Dies lag unter anderem auch daran, dass die Folien im Endeffekt mit einer spezifischen Linienkraft von nur 60 N/cm hergestellt werden konnten. Bei derart geringen Zuhaltekkräften treten auch bei kleinen Walzendurchmessern vernachlässigbare Walzendurchbiegungen auf. Eindeutiges Indiz dafür war, dass die Versuchsfolie im Randbereich nur minimal dicker war als in der Mitte.

Ausblick

Die Versuche sind zwar mit einem Glättwerk erzielt worden, das einerseits eine vorteilhafte horizontale Walzenanordnung besitzt und das zudem auch noch bei der Zuhaltung modifiziert worden ist. Bei genauer Bewertung aller im Rahmen der Versuche gewonnenen Ergebnisse



Bild 2. Vergleich des Schattenbilds der Testfolien, die im Chill-Roll-Verfahren (rechte Hälfte mit in Extrusionsrichtung verlaufenden Düsenstreifen) bzw. die mit einem geschlossenen Glättspalt (linke Hälfte ohne Düsenstreifen) hergestellt worden sind (Foto: Groß)

kann allerdings davon ausgegangen werden, dass, unabhängig von der Walzenanordnung und der im jeweiligen Glättwerk vorhandenen Zuhaltung, allein mit dem Austausch einer konventionellen steifen Walze durch eine Walze mit einem flexibel nachgiebigen Mantel viele momentan bestehende Probleme bei dem Versuch, Folien in noch geringerer Dicke beidseitig zu glätten, bereits gelöst werden. Wenn man allerdings das Minimum der tatsächlich möglichen Dicke anstrebt, dann wird man wohl ein spezielles Glättwerk einsetzen müssen, das eine vorteilhafte horizontale Walzenanordnung und eine Zuhaltung besitzt, die dafür sorgt, dass bei kleinen und vor allem konstanten Spaltkräften die Folienoberfläche geglättet wird. Aus diesem Grund sind momentan zwei Walzen in Produktionsgröße in Planung, die allerdings von der Nachgiebigkeit des Mantels unterschiedlich ausgelegt sein werden. Eine Walze ist vorgesehen, um in ein ganz konventionelles Glättwerk mit vertikaler Walzenanordnung integriert zu werden. Die zweite Walze wird speziell so ausgelegt sein, dass sie in ein Glättwerk integriert werden kann, das in Analogie zu dem beschriebenen Pilotglättwerk horizontal konzipiert ist. ■

LITERATUR

- 1 Patentschrift DE 697 21 143 T2: Walze, Maschine und Verfahren zum Herstellen von dünnen Folien (Prioritätsdatum 09.02.1996) Shimizu, A.
- 2 Patentschrift DE 199 25 420 A1: Elastische Walze und Verfahren zum Herstellen einer solchen (Anmeldetag: 02.06.1999) Villinger, P.
- 3 Patentschrift DE 10 2005 017 184 A1: Walze für die Kunststoffverarbeitung (Anmeldetag: 13.04.2005), Krampf, N.; Rieg, P.; Roth, H.; Huth, K.
- 4 Groß, H.: Kleine Kräfte – dünne Folien. *Kunststoffe* 84 (1994) 11, S. 1548–1551
- 5 Groß, H.: Wie sieht die günstigste Walzenanordnung aus? *Kunststoffe* 87 (1997) 5, S. 564–568

DER AUTOR

DR.-ING. HEINZ GROSS, geb. 1950, ist seit 1993 Inhaber der Groß Kunststoff-Verfahrenstechnik, Roßdorf; heinz-gross@t-online.de

SUMMARY

TOUCH-UP POLISHING

FILM PRODUCTION. Extremely thin films in optical quality could be produced immediately on a pilot line by using a specially modified polishing roll stack. Its polishing roll is relatively small in diameter and equipped with a flexible steel jacket.

Read the complete article in our magazine

Kunststoffe international and on

www.kunststoffe-international.com



Kompetenz mit Koch

Peripherietechnik der Spitzenklasse!



Graviko-Serie

Gravimetrisch dosieren und wägen, kontrollieren, korrigieren und auswerten in einem Arbeitsgang.



KKT-Serie

Die mobilen Beistell-Trockenlufttrockner mit der SWITCH-Technik. Bis zu 40% Energieeinsparung!



EKO

Trocknungsqualität auf höchstem Niveau mit 40% Energieeinsparung!



KEM

Einfärbegerät mit Kammervolumendosierung.

Werner Koch
Maschinentechnik GmbH
Industriestr. 3
75228 Ispringen/Pforzheim
Tel. 0049 7231 8009-0
Fax: 0049 7231 8009-60
info@koch-technik.de



Hersteller aus aller Welt setzen auf die souveräne Technik mit Komponenten aus dem **KOCH-Baukastensystem**.

Offen für Neues? Dann sind Sie hier richtig.



Biopolymere – Werkstoffe mit Potenzial

Dieses Werk konzentriert sich erstmalig auf tatsächlich am Markt verfügbare technische Biopolymere. Die Autoren greifen dabei auf ganz neue Erkenntnisse aus der Forschung zurück.

Die Themen reichen von der Begriffsbestimmung über gesetzliche Rahmenbedingungen, Vergleiche mit konventionellen Produkten, der Beschreibung des Marktes bis zur tabellarischen Auflistung von Herstellerdaten.

Sie erhalten zusätzlich wertvolle Hilfe bei der Suche nach Informationen zum mikrostrukturellen Aufbau, zur Herstellung und den technischen Verarbeitungs-, Gebrauchs- sowie Entsorgungseigenschaften von Biopolymeren.

Endres/Siebert-Raths

Technische Biopolymere

642 Seiten. 276 farbige Abbildungen.

€ 299,-

Extrusionswerkzeuge verstehen.

Mit der mittlerweile dritten, überarbeiteten Auflage erhalten Sie eine umfassende Gesamtdarstellung aller Werkzeuge zur Extrusion von Kunststoffen und Elastomeren. Hierbei werden die verschiedenen Werkzeugarten und ihre Besonderheiten ausführlich vorgestellt, Gestaltungshinweise gegeben sowie die Möglichkeiten und Grenzen ihrer rechnerischen Auslegung aufgezeigt.

Außerdem beschreibt der Autor die mechanische Gestaltung von Extrusionswerkzeugen sowie ihre Handhabung und Pflege. Auch die Kalibrierverfahren für Rohre und Profile werden behandelt.

Michaeli

Extrusionswerkzeuge für Kunststoffe und Kautschuk

448 Seiten, 305 Abb.

€ 129,-



Wissensvorsprung sichern



Hier erfahren Sie alles Wichtige über etablierte Verfahrens- und Prozesstechniken für die Oberflächenveredelung von Kunststoffprodukten. Auch das Thema Prüftechnik wird ausführlich behandelt. Zahlreiche Anwendungsbeispiele zeigen die Möglichkeiten der verschiedenen Oberflächentechniken, ihre Einsatzmöglichkeiten sowie Vor- und Nachteile.

Lake
Oberflächentechnik in der Kunststoffverarbeitung
 512 Seiten, 469 Abb. 27 Tab. € 149,-



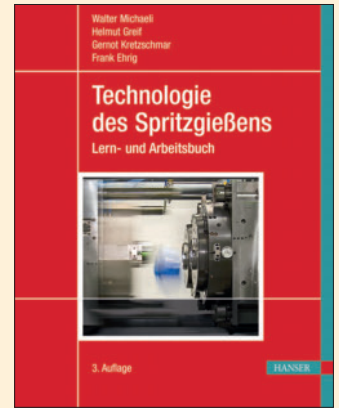
Fundgrube für Konstrukteure
 Für dieses Standardwerk wurden aus hunderten von Original-Konstruktionszeichnungen interessante Lösungen herausgesucht und einheitlich aufbereitet. Praktiker finden hier zahlreiche Beispiele und Anregungen. Auf CD-ROM: Alle Konstruktionszeichnungen im Austauschformat

Krahn/Eh/Vogel
1000 Konstruktionsbeispiele für den Werkzeug- und Formenbau beim Spritzgießen
 568 Seiten. Mit CD-ROM. € 149,-



Auch die 30. Auflage bietet Ihnen wieder das gesamte aktuelle Wissen um den Werkstoff Kunststoff, seine Eigenschaften, Verarbeitung und Anwendung. Nutzen Sie das Buch als umfassendes Nachschlagewerk und Hilfe für die tägliche Arbeit! Die Jubiläums-Ausgabe enthält erstmalig kostenlos das Kunststoff Glossary in sechs Sprachen auf CD-ROM.

Baur u.a. (Hrsg.)
Saechtling Kunststoff Taschenbuch
 1032 S., 395 Abb., 246 Tab., mit CD.
 € 59,90



Spritzgießen für Einsteiger
 Das Lern- und Arbeitsbuch behandelt das gesamte Gebiet des Spritzgießens, von den Werkstoffen über den Verarbeitungsprozess bis hin zu Fragen des Arbeitsschutzes und des Recyclings von Spritzgußteilen. Eine Literaturliste und ein Glossar runden die Darstellung ab.

Michaeli/Greif/Kretzschmar/Ehrig
Technologie des Spritzgießens
 166 Seiten. 88 Abb. € 29,90

Weitere Infos und online bestellen unter:
www.kunststoffe.de

<input type="checkbox"/> Firmenadresse	<input type="checkbox"/> Privatanschrift
Vorname	Name
Firma	
Branche	
Abteilung	Position
Straße / Postfach	
Land / PLZ / Ort	
Datum / Unterschrift	

Unternehmensgröße: 1-19 20-49 50-99 100-199 200-499 500-999 über 1.000 Beschäftigte

Fax-Hotline: +49/89/998 30-157

Ja, hiermit bestelle ich 14 Tage zur Ansicht und gegen Rechnung:

Expl.	Titel	Best.-Nr.	Preis/€
<input type="checkbox"/>	Technische Biopolymere	41683-3	€ 299,00
<input type="checkbox"/>	Extrusionswerkzeuge	42026-7	€ 129,00
<input type="checkbox"/>	Oberflächentechnik	41849-3	€ 149,00
<input type="checkbox"/>	1000 Konstruktionsbeispiele	41243-9	€ 149,00
<input type="checkbox"/>	Saechtling Kunststoff TB	40352-9	€ 59,90
<input type="checkbox"/>	Technologie des Spritzgießens	42011-3	€ 29,90

Bitte informieren Sie mich per E-Mail über folgende Gebiete:

- Kunststofftechnik Qualitätsmanagement
 Wirtschaft/Management Konstruktion

E-Mail

Oder einfach direkt online anmelden unter www.hanser.de/newsletter