

oWTP-Messprinzip: Um Aussagen über die Planlage machen zu können, ermittelt der optische Web-Tension-Profile-Scanner (oWTP-Scanner) die Bahnkraftverteilung (web-tension profile) an einer vorübergehend elektrostatisch aufgeladenen Folienbahn, indem ein Bildverarbeitungssystem die an einer Gummiwalze entstehende Abrollkante analysiert (© IVV)

Planlage von Kunststoffbahnen inline ermitteln

Berührungsfreie und ortsungebundene Qualitätssicherung im Bahnlaufprozess

Faltenbildung, Flatterrand, Kolbenringe und weitere Qualitätsstörungen zählen zum Produktionsalltag bei der Herstellung, Verarbeitung und dem Transport von Packstoffbahnen. Ein optischer Scanner des Fraunhofer IVV Dresden ermöglicht erstmals eine Inline-Erfassung des Bahnkraftprofils bereits unmittelbar nach der Extrusion für die Steigerung der Prozesssicherheit.

Die Herstellung von Kunststoffwaren, deren Weiterverarbeitung zu Halbzeugen wie z.B. Platten oder Folien und schlussendlich zu Endprodukten wie Verpackungen, Bauteilen usw. hat eine große Bedeutung in der deutschen Industrie mit teilweise hohen Exportquoten [1–3]. Die intensive Entwicklungs-

und Forschungsarbeit in der Kunststoffbranche resultiert in Halbzeugprodukten mit immer höheren Funktionalitäten wie beispielsweise einer Hochbarriere bei gleichzeitig geringerem Rohstoffeinsatz. Mit diesen neuen Vorteilen gehen häufig jedoch auch eine geringe mechanische Stabilität und höhere Anforder-

ungen an die Prozessführung in der Weiterverarbeitung einher. Insbesondere in der Verarbeitung von Folienbahnen bisher tolerierte Qualitätsschwankungen führen jedoch unter den höheren Anforderungen zu Falten, Durchhang, hochstehenden Rändern, Verläufen und sogar Abrissen. »

Die Autoren

Nicole Ludat, M.Sc. Wirt.-Ing., ist seit 2017 wissenschaftliche Mitarbeiterin und als Projektleiterin verantwortlich für das Thema Bahnlaufprozesse am Fraunhofer IVV Dresden;

nicole.ludat@ivv.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Andre Schult ist seit 2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter und seit 2015 als Gruppenleiter verantwortlich für die Themen Assistenzsysteme, Bahnlauf- und Formprozesse am Fraunhofer IVV Dresden.

Steffen Pamin ist seit 2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IVV Dresden und war seitdem an der Entwicklung unterschiedlicher Messsysteme, z. B. dem oWTP-Scanner, beteiligt.

Dank

Die Arbeiten zur Entwicklung des oWTP-Scanners wurden durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand/Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi gefördert. Die Arbeiten im Projekt SmartExtrusion werden durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschung AiF (über die Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e. V. – IVLV) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi gefördert.

Service

Literatur & Digitalversion

- Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/4390015

English Version

- Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

Die genannten Fehlerbilder führen häufig zu Maschinenstörungen, ungeplanten Stillständen und damit verbunden zu Verlustzeiten und Ausschussmengen. Somit kommt einem guten Bahnlaufverhalten eine hohe Bedeutung für Wirtschaftlichkeit und Ressourcenschonung zu, insbesondere bei teuren Halbzeugen oder Folgeprozessen mit hochpreisigen Produkten wie beispielsweise im Pharma- oder Kosmetikbereich. Die konkreten Zusammenhänge zwischen einzelnen Fehlerbildern und -ursachen sind nur teilweise geklärt und deshalb Thema aktueller Forschungsarbeiten im Fraunhofer IVV Dresden.

Die ständige Herausforderung im Bahnlauf

Allgemein wird angenommen, dass die Planlage einer Folienbahn ein wesentliches Qualitätskriterium darstellt. Doch was ist Planlage genau? Die Planlage von Bahnen, wie z. B. aus Kunststoff oder Papier, ist das Maß für die Homogenität der Kraftverteilung innerhalb einer Packstoffbahn, quer zu deren Bewegungsrichtung. Die quantitative Erfassung der Planlage stellt jedoch eine große Herausforderung dar. Kommerziell sind Systeme mit Messverfahren erhältlich, die die Planlage häufig nur stichprobenartig außerhalb des Produktionsprozesses messen können. Eine der am weitesten verbreiteten Methoden stellt dabei die sogenannte „Säbelbogen“-Prüfung dar. Hier werden der gesamten Kunststoffbahn oft nur wenige Meter entnommen, auf einer ebenen Fläche ausgerollt und deren Verlaufsabweichung (Bogenlauf) vermessen. Weiterführende Informationen zum Bogenfehler finden sich in [4].

Weitere Systeme und Methoden zur Planlagedetektion sind beispielsweise optische Planheitsmesssysteme, eine EMFi-Folie (Elektromechanische Folie), der Parotester oder der Schmidt-Hammer (Wickelhärtemessung). Diese und weitere Systeme sind oft nicht für die Erfassung der Planlage von Folienbahnen geeignet, sondern werden innerhalb der Qualitätssicherung von Metall- und/oder auch Papierbahnen eingesetzt. Seltener finden auch Verfahren zur Dickenmessung von Folienbahnen mithilfe von Beta-Strahlung oder das Erfassen des Längs- und Querschumpfs mittels polarisiertem Licht bei amorphen Polymeren Anwendung.

Inline-Erfassung der Planlage

Da die Planlage einer Folie über deren Lauf stark schwanken kann, sind stichprobenartige Offline-Systeme kaum zur Realisierung stabiler Prozesse geeignet. Zudem können Beschädigungen der Folienbahn teilweise nicht ausgeschlossen werden. Auch erste Inline-Systeme lassen sich häufig nicht vollständig auf die Prüfung von Kunststofffolien übertragen oder geben keine unmittelbare Aussage zur Planlage. Zur Kompensation dieser Defizite wird daher häufig prozessseitig reagiert. Kleinere Qualitätsschwankungen lassen sich oft durch Erhöhung des Bahnzugs, Bahnkantenregelung, Überarbeitung der Walzensysteme und Integration von Führungs- und Einlaufelementen oder neue Maschinenkonzepte ausgleichen. Detaillierte Informationen zur Bahnlaufsteuerung sowie zu Patenten bezüglich der Bahnzugregelung finden sich in [5–7].

Je empfindlicher die Folienbahnen, desto weniger lassen sich diese Möglich-

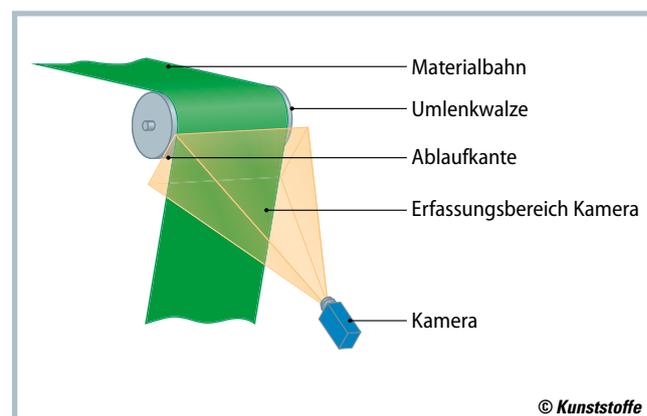


Bild 1. Die Ermittlung der Ablaufkante an der Umlenkwalze (Quelle: IVV)

keiten jedoch einsetzen. Gleichzeitig verlagern sich die Fehlerbilder häufig nur in den Weiterverarbeitungsprozess hinein und führen dort zu ungeplanten Maschinenstörungen. Infolgedessen wird zunehmend mehr Abstand von klassischen Bahnführungselementen genommen, um eine möglichst freie Bahnführung sicherstellen zu können. Damit wächst auch die Bedeutung der Planlage deutlich. Informationen zu den industriell eingesetzten Prüfverfahren zur Planlagebeurteilung und den Anforderungen an eine gute Maschinengängigkeit hat das Fraunhofer IVV Dresden im Rahmen einer qualitativen Marktrecherche im Jahr 2017 bei einer Befragung von über 50 Kunststoff- und Halbzeugherstellern erarbeitet.

Die Inline-Erfassung der Planlage einer Folienbahn ist demnach von zentraler wirtschaftlicher Bedeutung für eine qualitätsgerechte Folienherstellung und -verarbeitung. Mit ihr lassen sich Qualitätsansprüche an die Folienbahn effizient und detailliert überprüfen sowie material- und prozessspezifische Parameter gezielt anpassen. Um diese industrielle Herausforderung zu meistern, wurde am Fraunhofer IVV Dresden ein patentiertes Verfahren für ein optisches Planlage-Messsystem entwickelt und realisiert (**Titelbild**).

Der oWTP-Scanner

Der Optical-Web-Tension-Profile-Scanner (oWTP-Scanner) ist ein autarkes Messsystem, das sich an jeder Stelle im Bahnlaufprozess innerhalb einer Verarbeitungsmaschine installieren lässt. Er nutzt das planlageabhängige Ablöseverhalten einer Folie von einer Rolle. Der Verlauf dieser Abrollkante ermöglicht präzise Aussagen über die Planlage der Folienbahn (**Bild 1**). Indem er die Folienbahn gezielt elektrostatisch auflädt und über eine hochohmige Gummiwalze führt, erzeugt er eine Haltekraft und damit verbunden eine charakteristische Abrollkante, die eine Matrixkamera innerhalb des Scanners aufzeichnet. Vor dem Auslauf der Folienbahn aus dem Messsystem wird diese wieder entladen.

Ein Bildverarbeitungssystem detektiert die Abrollkante berührungslos, indem es Kamerabilder analysiert und daraus mithilfe von Algorithmen der industriellen Bildverarbeitung die Planlageabweichung bestimmt. Dabei lassen sich Messreihen speichern und für weitere

statistische Analysen, z. B. mittels mehrerer Passfilter, nutzen. Darüber hinaus ist es möglich, 20 s lange Bildfolgen zu speichern.

Um dieses Scan-Verfahren in der Praxis nutzbar zu machen, wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts gemeinsam mit Industriepartnern ein Demonstrator realisiert. Weiterführende Informationen zum Korrelationsnachweis bezüglich der Ablösekannte innerhalb des Forschungsprojekts, dem Messprinzip des Scanners sowie zur Bildverarbeitung finden sich in [8, 9]. Weitere Aussagen zur bewussten Nutzung der Aufladung für messtechnische Prozesse finden sich in [10].

Der Scanner im Industrie- und Forschungsumfeld

Die Validierung des Verfahrens und des Systems erfolgt seither in zahlreichen bilateralen Industrieprojekten. Zum Einsatz kommt hierbei ein Bahnlaufversuchsstand am Fraunhofer IVV Dresden (**Bild 2**). Dieser erlaubt eine geregelte Abwicklung und Führung von Folienbahnen mit geregelter Tänzerwalzensystem unter industriennahen Bedingungen (max. 120 m/min, Bahnzugkräfte max. 1000 N). Dadurch sind auch Untersuchungen von weiteren Einflussgrößen wie Reibung, Biegung, Elektrostatik oder dem Einsatz weiterer Prozesskomponenten, wie z. B. Formschultern, reproduzierbar möglich.

Ziel der Validierungsuntersuchungen am oWTP-Scanner ist es, Grenzbedingungen bezüglich Transparenz, Bedruckung, Dicke und Biegesteifigkeit zu ermitteln sowie Lösungsstrategien zur Erweiterung des Anwendungsspektrums zu entwickeln.

Derzeit findet der oWTP-Scanner Einsatz zur stichprobenartigen Überprüfung der Planlage von konkreten Folienprodukten für Industriekunden, beispielsweise im Zuge eines Lieferanten- oder Produktwechsels oder der Anpassung der Materialzusammensetzung. Weiterhin erfolgten bereits erste Untersuchungen im Rahmen einer industriellen Messgerätintegration in eine bestehende Versuchsanlage. Weitere Industrieprojekte sind geplant, in denen typische Prozessstörungen innerhalb von Verpackungsanlagen klassifiziert werden sollen. Auch unter Einsatz des oWTP-Scanners soll dabei der Zusammenhang zwischen Störungen



Bild 2. Der Bahnlaufversuchsstand für die Untersuchung von Materialeigenschaften und -belastungen bei Verarbeitungsgeschwindigkeiten von 120 m/min (© IVV)

gen und packmittelspezifischen Parametern analysiert werden.

Darüber hinaus kommt das Messverfahren verstärkt in der Forschung zum Einsatz. Das derzeit laufende Forschungsvorhaben SmartExtrusion untersucht erstmalig den Einfluss von Extrusionsparametern und Lagerungsbedingungen auf die Planlage und damit auf die Qualität der Folie. Der Scanner wird hierbei eingesetzt, um die Bahnkraftverteilung (web-tension profile) unterschiedlicher Kunststofffolien und auch in der Kunstlederherstellung erstmals optisch zu ermitteln.

Zusätzlich ist geplant, das Scan-Verfahren in einem weiteren Projekt im Rahmen der Materialentwicklung für die Verarbeitung zu einem planlagefehlerfreien Halbzeug zu integrieren und anzupassen. Geprüft werden dabei Systemerweiterungen zur Prüfung von z. B. Mehrschichtfolien oder in Verbindung mit einem weiteren Messgerät wie z. B. einer Inline-Fehlstellenerkennung. ■