

Reibverhalten richtig messen

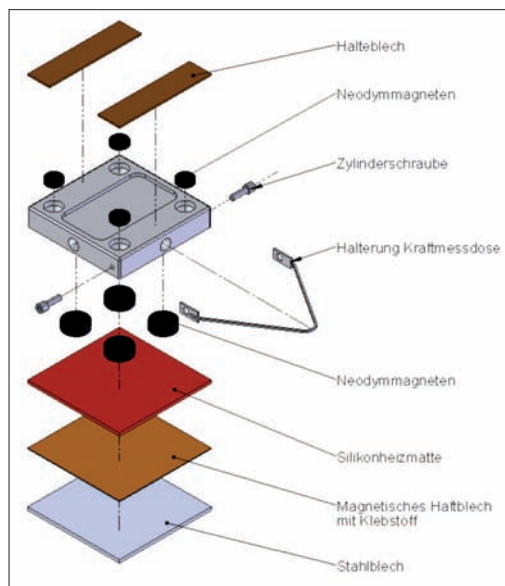
IVLV-Merkblatt zur Ermittlung des Gleitreibungskoeffizienten von Verpackungsfolien

Der Reibkoeffizient stellt bei der Verarbeitung von Folien einen entscheidenden Parameter dar. Beim Transport und beim Formen von Folienbahnen hat er unter anderem Einfluss auf die Höhe der Abzugskraft und die Bahnführung, sodass Abweichungen zu Packstoffschädigungen oder zu Verarbeitungsproblemen führen können. Das IVLV-Merkblatt 105/2010 legt ein Verfahren zur Bestimmung des Gleitreibungskoeffizienten fest und erläutert die notwendigen Begriffe und die richtige Vorgehensweise.

In einem im vergangenen Jahr beendeten IVLV-Forschungsprojekt am Fraunhofer AVV in Dresden wurde mittels theoretischer und experimenteller Untersuchungen das Reibverhalten bahnförmiger Packstoffe, insbesondere Folien, unter verarbeitungsrelevanten Bedingungen untersucht. Dabei wurde der Reibkoeffizient unter Variation von Bahngeschwindigkeit, Kontaktfläche und Temperatur ermittelt. Die erzielten Forschungsergebnisse stellen die Basis für die Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Ermittlung des Reibverhaltens unter verarbeitungsrelevanten Prüfparametern dar. Das Prüfverfahren und seine Durchführung werden in einem IVLV-Merkblatt beschrieben. Aufgrund der Vielzahl an Parametern, die Einfluss auf den Reibkoeffizienten haben, zum Beispiel Art und Menge von Additiven, Herstellungsverfahren, Verarbeitungsschritte oder Lagerbedingungen, stellt sich eine definierte Einstellung dieses Systemparameters als äußerst schwierig dar. Inhomogenitäten führen in der Weiterverarbeitung der Folien aber zu Schwierigkeiten, da vor allem bei hochdynamischen Prozessen bezüglich der Packstoffverarbeitungseigenschaften von sehr engen Toleranzen ausgegangen wird. Um eine adäquate Prozessauslegung und Belastungsabschätzung zu gewährleisten, wird der Reibkoeffizient bisher nach DIN EN ISO 8295 ermittelt. Hierbei werden jedoch weder verarbeitungsrelevante Geschwindigkeiten und Kräfte noch Temperaturen berücksichtigt. In vor-

angegangenen Untersuchungen wurde bereits dargelegt, dass die Verarbeitungsgeschwindigkeit einen großen Einfluss auf die Reibung und somit die Belastung der Folienbahnen hat. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass neben den Eigenschaften der Reibpartneroberflächen auch Temperatur und Normkraft

Aluminium gefertigt. In der Deck- und Grundfläche der Reibkörper wurden jeweils vier Hochtemperaturmagnete eingelassen. Die Magnete an der Unterseite dienen der Aufnahme der Reibleche und gewährleisten dabei ein Höchstmaß an Flexibilität. Die an der Oberseite angeordneten Magnete ermöglichen ein Befestigen einer Folienprobe, welche um den Reibkörper geschlungen und mittels Halteblechen fixiert wird. Ein homogener Eintrag der Wärme wird durch ein Silikonflächenheizelement gewährleistet. Dies besteht aus dünnen Heizdrähten, die mäandrierend in einer Silikonmatrix eingebettet sind. Die Temperaturmessung erfolgt mit vier Thermoelementen (Typ K) direkt an der dem Heizelement zugewandten Seite des Reiblechs. Hierdurch kann eine hinreichend genaue Abschätzung der Temperatur als Regeleingangsgröße in



Schematischer Aufbau des für die Messungen im Projekt realisierten Reibkörpers

bzw. Flächenpressung den Reibkoeffizienten beeinflussen. Anhand der nach DIN EN ISO 8295 ermittelten Werte ist es also nicht mit hinreichender Genauigkeit möglich, die zu verarbeitenden Packstoffe genau zu charakterisieren, sodass die Gefahr von Fehleinschätzungen bezüglich des Laufverhaltens besteht.

Entwicklung des Prüfverfahrens

Im Projekt „Reibverhalten von Folien“ wurde entsprechend den Vorgaben und Randbedingungen ein Reibkörper mit einer Grundfläche von 40 cm² (gemäß DIN EN ISO 8295) und ein weiterer mit 80 cm² aus

der Kontaktzone gewährleistet und deren Verteilung über die Reibfläche erfasst werden. Als Reiblech wurde Edelstahl mit einer Rauigkeit von Rz=1,19 ausgewählt. Um die magnetische Fixierung am Grundkörper zu ermöglichen, wurde das Reiblech mittels Hochtemperaturklebstoff mit einem ferromagnetischen Stahlblech verbunden. Der Versuchsaufbau wurde in den Bahnlaufversuchsstand des Fraunhofer AVV integriert und besteht im Wesentlichen aus Reibkörper, Kraftmessdose und Filzaufgabe. Dabei dient die Kraftmessdose der Ermittlung der Reibkraft und die Filzaufgabe der Verhinderung des Einsinkens des Reibkörpers in die Bahn.

IVLV
Wissen vernetzen!

IVLV e.V.

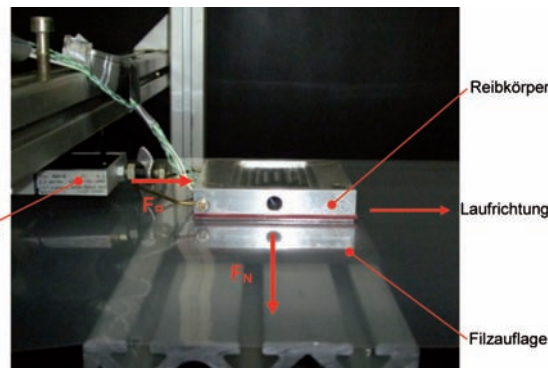
Schragenhofstraße 35
80992 München
Tel.: 089/14 90 09 0
Fax: 089/14 90 09 80
Internet: www.ivlv.de
E-Mail: office@ivlv.de

Aufgrund ihrer Marktbedeutung und Verfügbarkeit wurden als repräsentative Kunststoffe für die orientierenden Reibversuche Polyethylen geringer Dichte (PE-LD) und biaxial gerecktes Polypropylen (PP-BO) ausgewählt. Im Rahmen des Versuchsprogramms konnten die Bahngeschwindigkeit und die Reibkörpertemperatur als wesentliche Einflussfaktoren identifiziert werden. Diese Faktoren stehen derzeit nicht als variable Parameter bei der Ermittlung des Reibkoeffizienten für bahnförmige Flachformgüter zur Verfügung. Um eine praxisrelevante und standardisierte Ermittlung dieses wesentlichen Parameters zu ermöglichen, wird eine Erweiterung der DIN EN ISO 8295, um Geschwindigkeits- und Temperaturvariation vorgeschlagen. Die ermittelten Messergebnisse stehen hierfür als Basis zur Verfügung. Darüber hinaus besteht die Notwendigkeit der Entwicklung eines Messsystems, das in der Lage ist, die entsprechenden Parameter abbilden zu können. Die im Rahmen des Forschungsvorhabens erworbenen Kenntnisse und der entwickelte Versuchsaufbau bilden hierfür eine gute Voraussetzung. Es wird angestrebt, die erarbeiteten Erkenntnisse in die Erweiterung der DIN EN ISO 8295 einfließen zu lassen und im Rahmen eines weiteren Forschungsprojekts ein neues Reibungsmessgerät zu entwickeln.

Merkblatt zum Prüfverfahren

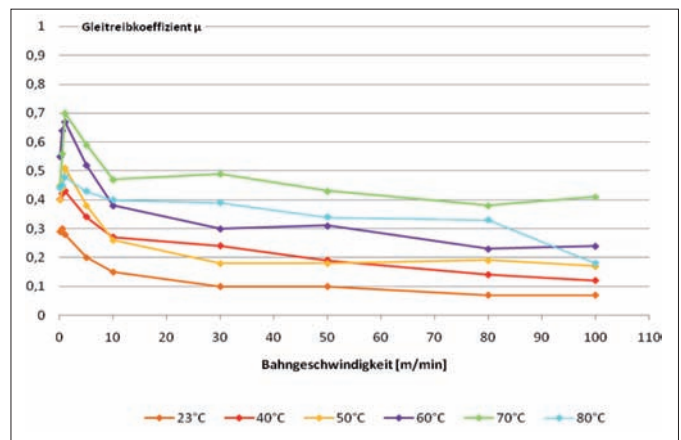
Auf Basis der Projektergebnisse hat die Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e.V. ein Merkblatt erstellt. Die Prüfung nach diesem Merkblatt dient der Ermittlung der Gleitreibkoeffizienten von bahnförmigen Flachformgütern, im Speziellen nichtklebrigen Kunststofffolien und -bahnen mit einer Dicke von bis zu 0,5 mm, beim Gleiten gegeneinander oder gegenüber anderen Materialien

und erfolgt in Anlehnung an DIN EN ISO 8295. Bahngeschwindigkeit und Reibkörpertemperatur als wesentliche Einflussfaktoren auf den Reibkoeffizienten von Folien werden derzeit nicht als variable Parameter bei der Ermittlung des Reibkoeffizienten für bahnförmige Flachformgüter nach DIN EN ISO 8295 berücksichtigt, haben jedoch maßgeblichen Einfluss auf dessen Betrag. Das Merkblatt legt daher ein Verfahren zur Bestimmung des Gleitreibkoeffizienten fest, bei dem die Variation der beiden wichtigen Parameter berücksichtigt wird. Die zu prüfenden Oberflächen der Reibpartner werden dabei plan und mit gleichmäßigem Kontaktdruck aufeinander gelegt. Aufgezeichnet wird die Kraft, die notwendig ist, um die Reibpartner gegeneinander zu verschieben. Die Relativgeschwindigkeit zwischen den Proben wird durch die Bewegung der Folie erzielt. Der Reibkörper selbst verharrt in Ruhe und gewährleistet eine Austauschbarkeit der Oberflächen, welche wiederum als Reibpartner dienen. Dabei ist sicherzustellen, dass verschiedene, im maschinellen Transport potenziell im Kontakt stehende Materialien als Reibpartner verwendet werden können. Darüber hinaus soll der Reibkörper so gestaltet sein, dass eine Folienprobe eingespannt und somit eine Prüfung Folie gegen Folie durchgeführt werden kann. Für den Reibkörper selbst ist eine Temperierung vorzusehen. Hierfür sind Heizelemente so anzuordnen, dass sich eine definierte Temperatur sowie deren homogene Verteilung im Bereich der Prüffläche einstellt. Bei bewegter Bahn ist eine konstante



Versuchsaufbau und Krafrichtungen am Bahnlaufversuchsstand im Fraunhofer AVV

Temperatur im Bereich von 23 bis 100 °C ± 2 K zu realisieren. Der Aufbau des Prüfgeräts gewährleistet das Realisieren einer Relativgeschwindigkeit zwischen den Reibpartnern. Hierbei besteht die Möglichkeit der Bewegung des Reibkörpers oder der Bewegung der zu prüfenden Bahn. Das Merkblatt bezieht sich ausschließlich auf eine Prüfung mit bewegter Bahn. Um ein verarbeitungsrelevantes Geschwindigkeitsspektrum abdecken zu können, sind Differenzgeschwindigkeiten im Bereich von 0,1 bis 100 m/min $\pm 0,1$ m/min zu gewährleisten.



Messung des Reibkoeffizienten bei verschiedenen Temperaturen an biaxial gerecktem Polypropylen

Dabei ist eine vibrationsarme Bewegung sicherzustellen. Für jede Messung ist eine Folienbahn als Wickel sowie eine Probe des Reibpartners vorzuhalten. Die Probe kann entweder ein Stück der Folie (Probefolie) oder ein dem Maschinenbauteil adäquates Material (Probekörper) darstellen. Entsprechend der Gestaltung des Reibkörpers muss die Probe eine Mindestprüffläche von 63 mm x 63 mm aufweisen und am Reibkörper fixiert werden. Es sind mindestens drei Proben-

paare zu prüfen. Dabei ist die Prüfung in verschiedenen Bereichen der Bahn (linker Rand, Mitte, rechter Rand) durchzuführen. Bei einer Prüfung, bei der eine Folie als Reibpartner verwendet wird, sind die Proben über die Folienbreite bzw. im Falle von Schlauchfolien über den Umfang gleichmäßig verteilt zu entnehmen. Gibt es keine anders lautenden Vorgaben, ist die Bewegungsrichtung während der Prüfung parallel zur Herstellungsrichtung der Folie zu wählen. Werden für die beiden Oberflächen, Vorderseite (V) und Rückseite (R), unterschiedliche Reibungseigenschaften erwartet, sind in Abstimmung der beteiligten Parteien die beiden Oberflächen entsprechend zu kennzeichnen und nach dem Schema V/V, R/R und/oder V/R zu prüfen. Die Proben sind mit größter Sorgfalt zu handhaben. Eine Beeinflussung der Oberflächen durch Staub, Fingerabdrücke, Fremdstoffe oder mechanische

Schädigung, wie Kratzer oder Knicke, ist durch entsprechende Behandlung der Proben auszuschließen. RC/ct

Unser Autor, Dipl.-Ing. Ronald Claus, ist Leiter der Arbeitsgruppe Intelligente Form- und Diagnosewerkzeuge am Fraunhofer AVV in Dresden. Kontakt: ronald.claus@avv.fraunhofer.de

Das Merkblatt Nr. 105/2010 kann auf der Homepage der IVLV unter „Veröffentlichungen“ als PDF heruntergeladen werden.