

Inline-Qualitätsüberwachung für das Wärmekontaktfügen

Das thermische Fügen von Verbundfolien für das Verpacken von Lebensmitteln, Kosmetik, Medizinprodukten oder das Herstellen technischer Güter muss stetig höhere Anforderungen an die Qualität der Nähte erfüllen. Die Prozessparameter und die Nahtintegrität sollen daher möglichst inline erfasst werden und rückverfolgbar sein, sodass keine fehlerhaften Produkte in den Handel oder gar zum Verbraucher gelangen. Ein im IGF-Projekt HePhaiStOs neu entwickelter innovativer Dünnschichttemperatursensor ermöglicht es, Abweichungen wie Falten oder Verunreinigungen schnell und zuverlässig zu identifizieren, fehlerhafte Produkte auszusortieren oder künftig auch Prozessparameter gezielt nachzuregulieren. Rund eine Billion Folienverpackungen werden pro Jahr weltweit produziert, davon ca. 90% unter Verwendung des Wärmekontaktfügens. Dünnere Folien und immer höhere Verarbeitungsgeschwindigkeiten bei wachsender Produktwechselzahl reduzieren den Parameterbereich, in dem die Verpackungsfolien qualitativ hochwertig verbunden werden können und der Prozess stabil läuft. Dabei spielt die Füge­temperatur eine entscheidende Rolle. Deren Erfassung ist bislang vergleichsweise träge und am Werkzeug nur integral messbar.

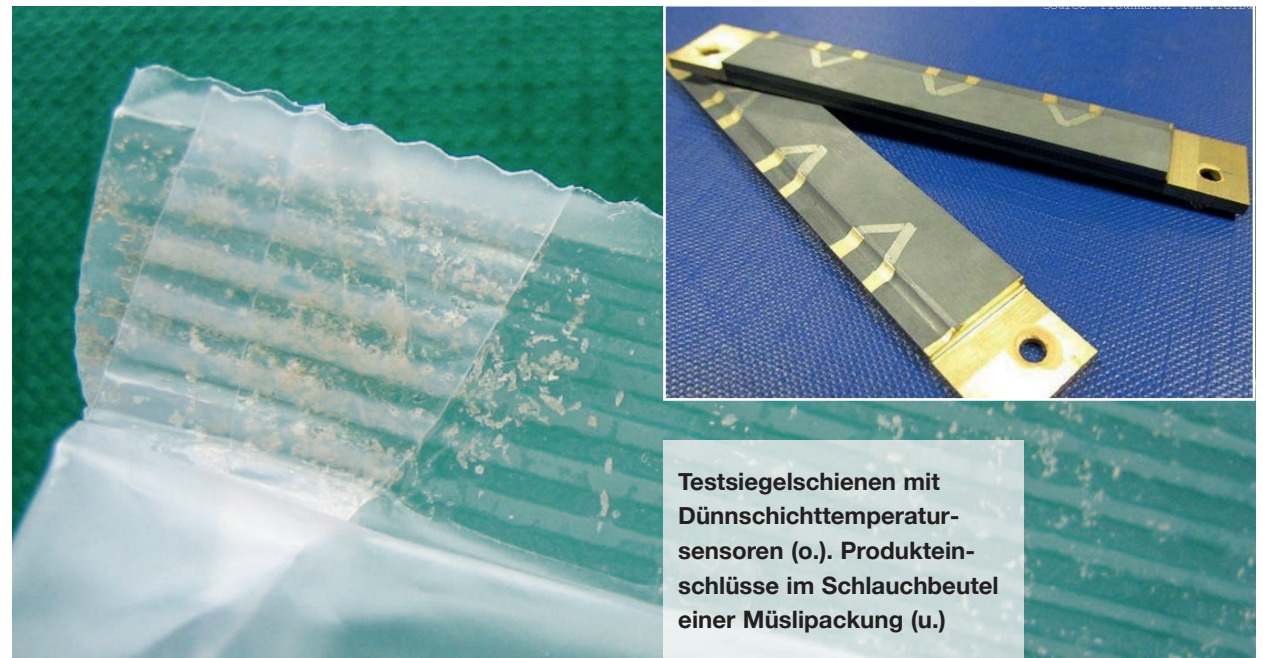
Bei der Befüllung von Packungen, wie z.B. Schlauchbeuteln, besteht das Risiko, dass Füllgut in den Bereich der späteren Fügenaht gelangt (Foto rechts). Ebenso kann es bei der Formung des Packmittels zur Faltenbildung kommen. Aufgrund der hohen Ausbringung moderner Verpackungsmaschinen ist eine nachgelagerte lückenlose Überprüfung der Nahtqualität kaum möglich. Einerseits sind potenzielle Prüfverfahren physikalisch limitiert, andererseits benötigen separate Kontrollgeräte Platz und verursachen Kosten für Investition und Wartung. Nichtsdestotrotz verlangen neben pharmazeutischen Produkten auch

insbesondere hochpreisigen und/oder leicht verderblichen Produkte in anderen Branchen nach einer lückenlosen Rückverfolgbarkeit der Herstellparameter. Umso mehr ist eine Möglichkeit zur kontinuierlichen Inlineüberwachung des Verpackungsprozesses mit Kontrolle jeder einzelnen Packungsnaht gefragt.

Das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, Freiburg/Breisgau und das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV, Außenstelle für Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik, Dresden entwickeln nun im IGF Vorhaben HePhaiStOs ein integrierbares Temperaturnesssystem. Damit lässt sich im ersten Schritt identifizieren, ob und an welcher Stelle der Fügenaht die darin erreichte Temperatur von Referenzwerten abweicht. Ermöglicht werden das dünn­schichtbasierte Temperatursensoren, die den thermoelektrischen Effekt

nutzen und direkt auf der Werkzeugoberfläche appliziert sind (kleines Foto).

Beim Wärmekontaktfügen nimmt der Folienverbund einen Teil der Wärme des Werkzeugs auf. Dadurch kühlen insbesondere die oberflächennahen Werkzeugbereiche geringfügig ab, was die bis zu wenigen Nanometern dünnen Sensoren sensibler und schneller erfassen als bisher genutzte Widerstandstemp­eraturfühler. Befinden sich nun z.B. mehr als zwei Folienlagen in der Fügezone wie bei einem Lagensprung, wird diesem Bereich auch mehr Wärme entzogen. Dies registrieren die Sensoren ebenso wie unerwünschte Falten oder Verunreinigungen an der Werkzeugoberfläche oder eine Kontamination des Nahtbereiches durch Füllgut in Form von Staub oder Tröpfchen. Derartige Einflüsse auf das Fügeergebnis können so unmittelbar erkannt werden.



Testsiegelschienen mit Dünnschichttemperatursensoren (o.). Produkteinschlüsse im Schlauchbeutel einer Müslipackung (u.)

Im Labormaßstab hat das Forscherteam bereits gezeigt, dass mit der neuen Technologie typische Verunreinigungen der Beutelnäht sowie ein Lagen sprung detektiert werden können (Grafik rechts). Ob bzw. ab welcher Größe eine vom Referenzverlauf abweichende Temperatur tatsächlich zu einer undichten Verpackung führt, müssen Versuchsreihen klären, die eine Korrelation zwischen identifizierter Temperaturabweichung und Nahtqualität herstellen und verifizieren. Vorerst liegt der Fokus im Projekt auf der Entwicklung und Validierung eines für die industriellen Ansprüche tauglichen Messsystems, welches den hohen Taktzahlen und Standzeiten Rechnung trägt.

Auch Konzepte für eine künftige, nahezu echtzeitfähige Nachregelung von Prozessgrößen wie Füge temperatur, -druck oder -zeit fließen bereits in die Entwicklung ein. Denn perspektivisches Ziel soll es sein, erkannte Abweichungen auszuregulieren, sodass erst gar keine Schlechtpackungen produziert und ausgeschleust werden müssen. Dies setzt u. a. voraus, dass es gelingt, die Werkzeugtemperatur hinreichend schnell anzupassen, um lokal genügend Siegelmaterial aufzuschmelzen und Verunreinigungen sicher einzubetten oder Kapillaren dicht zu verschließen. Erfolgversprechend hierfür sind partiell beheizbare keramische Werkzeuge, die bereits erfolgreich getestet wurden.

Die entwickelte Technologie ist für alle Heiß-, ggf. auch Kaltfügeprozesse und Thermoformvorgänge interessant. Sie treibt ferner die Entwicklung der komplexen Temperaturmess- und -regelaufgaben beim Spritzgießen und Heißprägen voran. Sie ist ebenso für die Erfassung anderer physikalischer Größen nutzbar. So wird im IVLV-Projekt „Abstandsmessung im Siegelwerkzeug“ eine Machbarkeitsstudie durchgeführt, um dünn schichtbasierte Kondensatoren für eine Abstandsmessung im Füge werkzeug zu nutzen. Dies zielt einerseits auf die Erleichterung der Werkzeugjustage ab, andererseits auf die Überwachung des Siegelweges – ein weiteres Qualitätskriterium für qualitativ hochwertige Heißfügenähte.

